



**Leitfaden zur Aufstellung**  
**Integraler Konzepte zum kommunalen**  
**Sturzflut-Risikomanagement**

## Impressum - bitte anpassen

Titel der Druckschrift

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de/](http://www.lfu.bayern.de/)

### Konzept/Text:

Dr.-Ing. Nina Altensell, Dr.-Ing. Holger Hoppe, Dr. Pecher AG, Goldbergstraße 14, 45894 Gelsenkirchen-Buer  
LfU, optional Name (Vorname Nachname)

### Redaktion:

Name, Büro/Institut, vollständige Adresse  
LfU, optional Name (Vorname Nachname)

### Bildnachweis:

LfU, Vorname Nachname Bildautor

**bei Externen:** Name, Büro/Institut, vollständige Adresse, Bilder mit Angabe der Seitenzahlen

### Druck:

Vollständige Adresse der Druckerei  
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

### Stand:

Monat Jahr

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 0 89 12 22 20 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Zielsetzung</b>	<b>5</b>
1.1	Starkregen und Sturzfluten – Was ist das?	6
1.1.1	Wann ist ein Regen ein Starkregen?	6
1.1.2	Wie entstehen Hochwasser und Überflutungen aus Starkregen?	9
1.1.3	Wie entsteht eine Sturzflut?	9
1.1.4	Wie unterscheiden sich Sturzfluten von Hochwasser an großen Fließgewässern?	10
1.2	Schäden infolge von Starkregen und Sturzfluten	11
1.3	Einfluss des Klimawandels auf Starkregen in Bayern	18
1.4	Ziele und Aufgaben des Sturzflut-Risikomanagements	21
1.5	Ziele und Aufbau des Praxisleitfadens	25
<b>2</b>	<b>Rahmenbedingungen</b>	<b>26</b>
2.1	Aspekte der kommunalen Überflutungsvorsorge	27
2.1.1	Aufgaben der kommunalen Überflutungsvorsorge	27
2.1.2	Anpassung der Kanalisation an die veränderten Herausforderungen durch den Klimawandel	28
2.1.3	Rechtliche Einordnung von „wild abfließendem Wasser“	29
2.1.4	Abgrenzung der kommunalen Überflutungsvorsorge zum Sturzflut-Risikomanagement	30
2.2	Hochwasser- und Sturzflut-Risikomanagement	31
2.2.1	Hochwasserrisikomanagement gemäß EU-Richtlinie	31
2.2.2	Rechtliche Folgen des Sturzflut-Risikomanagement	32
2.3	Aspekte der Eigenvorsorge	33
2.4	Aspekte zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung	36
2.5	Aspekte zum Sturzflut-Risikomanagement und zur Klimaanpassung in der Bauleitplanung	39
<b>3</b>	<b>Übergeordnete Zielsetzung und Festlegung der Bausteine des integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement</b>	<b>42</b>
3.1	Übersicht über die Bausteine des integralen Konzeptes	42
3.2	Spezifische Zielsetzung der Kommune und Konzeptumfang	44
3.3	Akteure im Sinne einer „kommunalen Gemeinschaftsaufgabe“	45
3.4	Wichtige Grundlegendaten	47
<b>4</b>	<b>Praxishinweise zu den Konzeptbausteinen</b>	<b>49</b>
4.1	B.1 Bestandsanalyse	49
4.2	B.2. Gefahrenermittlung	52
4.2.1	Anforderungen an die Gefahrenermittlung für pluviale Überflutungen mit hydrologischen und hydrodynamischen Modellen	55
4.2.2	Anforderungen an die Gefahrenermittlung für fluviales Hochwasser mit hydrologischen und hydrodynamischen Modellen	66
4.3	B.3 Gefahren- und Risikobeurteilung	69
4.3.1	Vereinfachte Methode zur Gefahren- und Risikobeurteilung: Objektbasierte Bewertung der Überflutungsgefährdung (Mindestanforderung)	75
4.3.2	Detaillierte Methoden zur Gefahren- und Risikobeurteilung (optional):	76
4.3.3	Risiko-Steckbriefe	81
4.3.4	Definition eines Schutzziels	81
4.4	B.4 Konzeptionelle Maßnahmenentwicklung	82
4.4.1	Hinweise zum Handlungskonzept	82
4.4.2	Handlungsfelder und Maßnahmentypen	83
4.5	B.5 Integrale Strategie zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement	90
4.6	Strategie für Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation	91
4.6.1	Welche Akteure sind anzusprechen?	91
4.6.2	Welche Ziele werden verfolgt?	92
4.6.3	Was ist für eine erfolgreiche Risikokommunikation zu beachten?	93
4.6.4	Welche Kommunikationsstrategien sind grundsätzlich geeignet?	94

4.6.5	Was ist bei der Veröffentlichung von Gefahren- und Risikokarten zu beachten?	95
4.7	Aspekte zu Controlling und Verstetigung	98
<b>5</b>	<b>Hinweise zur Ausschreibung und Projektbegleitung</b>	<b>101</b>
5.1	Hinweise zum personellen Aufwand und Zeitrahmen	101
5.2	Musterausschreibungsunterlagen	102

# 1 Veranlassung und Zielsetzung

Extremwetterlagen nehmen zu. Die langanhaltenden Hitze- und Trockenphasen der letzten Jahre und auch die große Anzahl der Unwetter - einhergehend mit heftigen Regenfällen und Überflutungen - sind Anzeichen des voranschreitenden Klimawandels. Experten sind sich einig, dass diese Extremwetterereignisse künftig häufiger und stärker werden. Und dabei steht es vollkommen außer Frage, dass wir uns – ergänzend zu einem ambitionierten Klimaschutz – bereits jetzt an die unabwendbaren Folgen des Klimawandels anpassen müssen. Kommunen müssen resilienter, also widerstandsfähiger gegen die Auswirkungen von Extremwetterlagen werden.

Durch Starkregenfälle entstanden in Deutschland in den Jahren 2002 bis 2018 allein an Wohngebäuden insgesamt 1,3 Mio. Einzelschäden in einer Höhe von 7,4 Mrd. Euro, wobei gerade kurze Starkregenereignisse die größte Schadenhäufigkeit aufweisen (GDV und DWD 2020). Dabei treten gerade diese kurzen Ereignisse eher zufällig und losgelöst von der Topografie auf. Die Vorhersage solcher Ereignisse ist dadurch erheblich erschwert und nur mit sehr kurzen Vorwarnzeiten und starken Unsicherheiten möglich.

Es kann also jede Region zu jeder Zeit und sehr plötzlich treffen, unabhängig davon, ob es bereits derartige Ereignisse in der Vergangenheit gegeben hat oder nicht. Oftmals mangelt es allerdings an einem Bewusstsein für Starkregen und Sturzfluten und die Gefahren sind nicht bekannt oder werden unterschätzt. Gerade dort, wo niemand damit rechnet, können die Gefahr für Leib und Leben und die Schäden hoch sein. Eigentümer, Betriebe und auch öffentliche Institutionen, wie z. B. Kindergärten oder Schulen, können sich wegen fehlender Informationen zur konkreten Bedrohung nicht zielgerichtet vorbereiten.

Um die Bürgerinnen und Bürger aber auch Sachwerte vor diesen Gefahren besser zu schützen, werden vorbeugende und nachhaltige Strategien und Konzepte benötigt. Das Kanalnetz kann lediglich einen Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge leisten. Da ein Ausbau der Kanalisation sowohl technisch als auch finanziell keine sinnvolle Lösung darstellt, müssen für extreme Starkregenereignisse andere Wege der Ableitung und Rückhaltung verfolgt und auch der private und öffentliche Objektschutz stärker in den Vordergrund gestellt werden. Die Etablierung eines Sturzflut-Risikomanagements stellt hierbei einen wichtigen Baustein dar. Dabei sollte jedoch immer im Fokus stehen, dass Klimaanpassung und eine damit einhergehende Erhöhung der Resilienz nur erfolgreich sein kann, wenn alle Aspekte des Klimawandels, ob nun Hitze, Trockenheit oder Starkregen, integral betrachtet werden und die beteiligten Fachdisziplinen und Akteure Hand in Hand ineinandergreifende Maßnahmen erarbeiten.

Kommunen stellt dies vor große Herausforderungen, denn sie haben eine Schlüsselrolle bei der Gefahrenabwehr, Vorsorge, Bewältigung und dem Wiederaufbau. Sie übernehmen im Ereignisfall das Krisenmanagement, entwickeln Maßnahmen und Handlungskonzepte zur Überflutungsvorsorge sowie zum Risikomanagement, nehmen langfristig und vorausschauend Einfluss auf eine wasser- und klimasensible Siedlungsentwicklung und binden die Öffentlichkeit durch transparente und bürgernahe Kommunikationskonzepte ein.

Mit diesem Leitfaden zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement sollen die Kommunen unterstützt werden, sich zielgerichtet mit Hochwassergefahren auseinanderzusetzen, die sich aus lokalen Starkregenereignissen ergeben. Zu ihnen gehört vor allem wild abfließendes Wasser jenseits der Gewässer. Es soll bayernweit die beschriebene, einheitliche Vorgehensweise angewendet werden, um qualitätsgesichert die bestehenden Gefahren und Risi-

ken zu ermitteln und darzustellen. Hierauf aufbauend ist ein auf die individuellen Erfordernisse angepasstes integrales Handlungskonzept zu erarbeiten und auch dauerhaft zu etablieren.

## 1.1 Starkregen und Sturzfluten – Was ist das?

### 1.1.1 Wann ist ein Regen ein Starkregen?

Starkregen unterscheidet sich von anderen Niederschlagsereignissen durch hohe Niederschlagsintensitäten (Menge des gefallenen Niederschlags in Millimeter pro Zeiteinheit). Die Spannweite der bisher beobachteten Extremwerte reicht in Bayern von 126 Millimeter in 8 Minuten (1920 in Füssen) bis 406 Millimeter in 96 Stunden (2013 in Aschau-Stein). Intensiver Niederschlag kann in verschiedenen Zeitskalen als Starkregen bezeichnet werden.

Generell lassen sich Starkregenereignisse in konvektive und skalige Starkniederschläge unterscheiden. **Konvektive Ereignisse** treten vor allem in den warmen Monaten zwischen Mai und September als kleinräumige und kurze Niederschläge („Wärmegewitter“) mit hoher Intensität auf. Häufig werden sommerliche Starkregen von Gewitter, orkanartigem Sturm und Hagel begleitet. Konvektiver Starkregen entsteht bei labiler atmosphärischer Schichtung, wobei bodennahe feuchtwarme Luftmassen in höhere kalte Schichten aufsteigen und dort kondensieren bzw. abregnen (siehe Abb. 1). Bei dieser Form von Starkregen fällt auf kleiner Fläche in sehr kurzer Zeit sehr viel Niederschlag. Nimmt der Boden das Wasser nicht schnell genug auf, entsteht ein intensiver Oberflächenabfluss mit sogenannten **pluvialen Überflutungen** (lat. pluvialis = „regenbringend“). Straßenzüge, offene Flächen, kleine Gewässer und sogar normalerweise trockene Tiefenlinien und Gräben können sich dann für kurze Zeit in reißende Ströme verwandeln.

Starkregen kann jedoch auch durch großflächige Lufthebung entstehen, wie sie zum Beispiel an Luftmassengrenzen (Fronten) vorkommen. In diesem Fall spricht man auch von **skaligem Niederschlag**, der in der Regel deutlich großflächiger auftritt und damit Hochwasser in größeren Einzugsgebieten bzw. größeren Gewässern und entlang ganzer Täler verursachen kann. Bei bestimmten atmosphärischen Bedingungen sind auch Mischformen (skaliger Regen mit eingelagerten konvektiven Schauerzellen) möglich. Beispielhaft können hier die Ereignisse im Juli 2021 in Rheinlandpfalz und Nordrhein-Westfalen genannt werden.

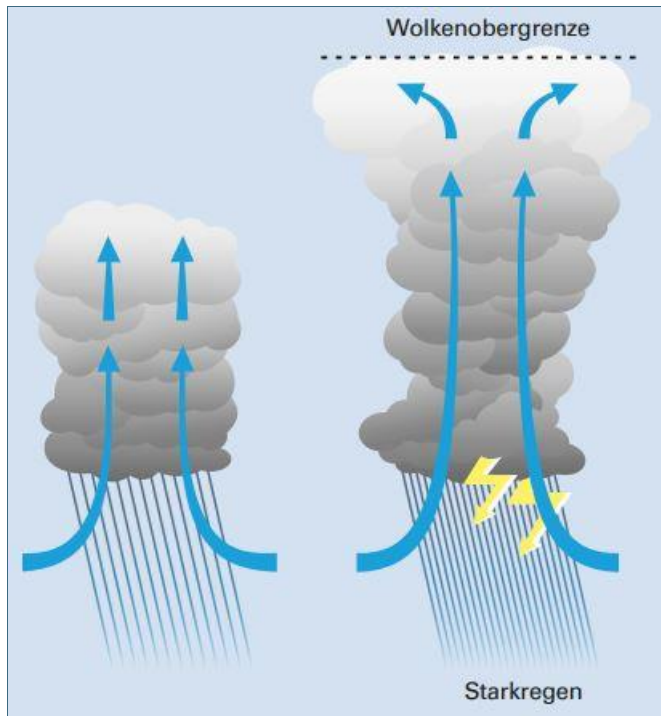


Abb. 1: Wolkenbildung durch Konvektion und Entstehung eines Starkregens

Der Schwerpunkt dieses Leitfadens liegt auf Hochwasserereignissen und Überflutungen infolge von konvektivem Starkregen. Diese Form des Starkregens kann grundsätzlich überall auftreten. Sie sind sowohl hinsichtlich der Örtlichkeit ihres Auftretens als auch hinsichtlich ihrer Intensität kaum oder nur mit geringen Vorwarnzeiten vorhersagbar. Dies gilt ebenso für die Eingrenzung des Schadensgebiets und die Schadensprognose, wobei ersteres meist sogar nur im Nachhinein feststellbar und letztere nur unter Zuhilfenahme von Gefahrensimulationen möglich ist.

### Exkurs in die Wissenschaft: „Eine bayerische Regenzeit?“

Im Rahmen des Forschungsvorhabens [Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut](#) wurden alle in Bayern bekannten Schadensereignisse infolge von Starkregen zusammengetragen. Dabei zeigte sich sehr deutlich, dass die meisten dieser Ereignisse in der Zeit zwischen Mai und August aufgetreten sind. In Bayern gibt es also im Sommer für konvektiven Starkregen eine Starkregensaison.

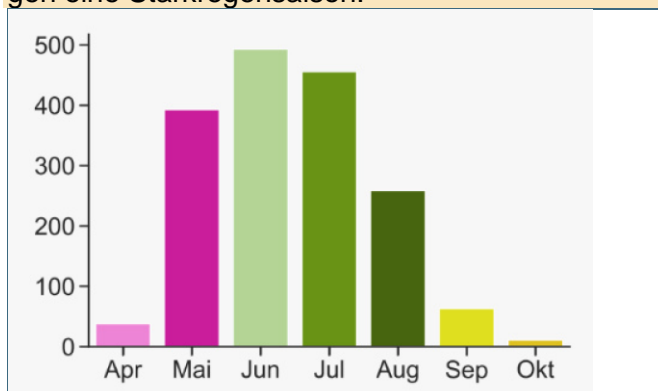


Abb. 2: Saisonalität der durch Starkregen verursachten Schadensereignisse (Anzahl bekannter Ereignisse) in Bayern

Gemäß DIN 4049-3, 1994 handelt es sich bei Starkregen um einen Niederschlag, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität hat und daher seltener auftritt. Dabei fallen unter diese Definition sowohl sehr kurze Ereignisse (wenige Minuten), aber auch Längere (mehrere Stunden oder Tage), bei denen akkumuliert hohe Niederschlagssumme erreicht werden.

Bislang existiert keine allgemeingültige Definition für den Begriff Starkregen. Oftmals erfolgt die Abgrenzung über einen Schwellenwert der Tagesniederschlagshöhe, z. B. 25 Millimeter pro Tag (KLIWA 2009; KRÜGER et al. 2015). Bei wasserwirtschaftlichen Planungen (entsprechend DIN-Vorschriften bzw. Regelungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall DWA) gilt ein Starkregen als ein Niederschlag, der mindestens einmal im Jahr oder seltener auftritt. Dieser wird vom Deutschen Wetterdienst im Starkregenkatalog, dem sog. KOSTRA-Atlas (derzeit KOSTRA-DWD-2010R), für verschiedene Dauerstufen ausgewertet und veröffentlicht und ist von Region zu Region unterschiedlich. Für die Aufgabenstellung der **kommunalen Überflutungsvorsorge** von Kanalisationen wird daher weiterhin auf diese nachstehenden Definitionen von Starkregen verwiesen:

- **Bemessungsregen für Kanalisationen:** Regenereignisse mit Wiederkehrzeiten im Bereich der Bemessungs- und Überstau-Wiederkehrzeiten nach Arbeitsblatt DWA-A 118 2006 (z. B.  $T_n = 1 \text{ a bis } 5 \text{ a}/10 \text{ a}$ ) = z. B. Regenereignis das in 5 Jahren statistisch höchstens einmal auftritt;
- **Starkregen:** Regenereignisse, die in einzelnen Dauerstufen Regenhöhen mit Wiederkehrzeiten  $T_n \geq 1 \text{ a}$  aufweisen (entsprechend den KOSTRA-Werten oder örtlichen Starkregenstatistiken nach Arbeitsblatt DWA-A 531);
- **Seltene Starkregen:** Regenereignisse mit Wiederkehrzeiten oberhalb maßgebender Überstau-Wiederkehrzeiten, aber innerhalb maßgebender Überflutungs-Wiederkehrzeiten (z. B. für Stadtzentren  $T_n > 5 \text{ a bis } 30 \text{ a}$ ) (DWA-M 119 2016);
- **Außergewöhnliche Starkregen:** Regenereignisse mit Wiederkehrzeiten oberhalb der maßgebenden Überflutungs-Wiederkehrzeiten (DWA-M 119 2016).

### Warnungen vor Starkregen des Deutsche Wetterdienstes (DWD):

Warnprodukte:

Der DWD (DWD 2021) unterscheidet bei seinen Warnungen zwischen Starkregen mit kurzen Dauerstufen zwischen 1 h und 6 h und Dauerregen mit langen Dauerstufen zwischen 12 h und 72 h. Der DWD warnt vor Starkregen in 3 Warnstufen, abhängig davon, welche Schwellenwerte überschritten werden (Tab. 5). Die Vorhersage von Starkregenereignissen und konvektiven Zellen wird dabei ständig vom DWD weiterentwickelt und schrittweise in die Warnprodukte eingebunden.

Tipp: Die Warnungen des DWD kann man über die App WarnWetter individuell konfigurieren und abonnieren.

Tab. 1: Warnstufen für Starkregen nach dem Deutschen Wetterdienst verändert nach (DWD 2021)

WARNEREIGNIS	SCHWELLENWERT	STUFE
<b>Starkregen</b>	15 bis 25 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde 20 bis 35 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	<b>2</b>
<b>Heftiger Starkregen</b>	25-40 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde 35-60 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	<b>3</b>
<b>Extrem heftiger Starkregen</b>	> 40 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde > 60 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	<b>4</b>



Im Vergleich hierzu ist der sog. Dauerregen folgendermaßen definiert (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**):

Tab. 2: Warnstufen für Dauerregen nach dem Deutschen Wetterdienst nach (DWD 2021)

WARNEREIGNIS	SCHWELLENWERT	STUFE
<b>Dauerregen</b>	25 bis 40 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden 30 bis 50 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden 40 bis 60 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden 60 bis 90 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	<b>2</b>
<b>Ergiebiger Dauerregen</b>	40-70 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden 50-80 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden 60-90 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden 90-120 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	<b>3</b>
<b>Extrem ergiebiger Dauerregen</b>	> 70 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden > 80 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden > 90 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden > 120 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	<b>4</b>

### 1.1.2 Wie entstehen Hochwasser und Überflutungen aus Starkregen?

Starkregen fällt mit hoher Intensität auf die Erdoberfläche. Ist der Boden versiegelt, verdichtet, bereits mit Wasser gesättigt, oder fällt mehr Niederschlag als vom Boden in kurzer Zeit aufgenommen werden kann, wird der größte Teil des Niederschlags sofort "abflusswirksam" und es bildet sich Oberflächenabfluss.

Das Gefälle des Geländes verursacht eine Beschleunigung des Wassers. Das strömende Wasser (**pluviale Überflutung**) kann dabei große Kräfte entwickeln, die starken Bodenabtrag (Erosion) zur Folge haben können und bei außergewöhnlichen Ereignissen auch schwere Gegenstände (zum Beispiel Siloballen, gelagertes Holz, Autos) mitreißen können. Nicht selten verwandeln sich Geländetiefpunkte in Gräben oder asphaltierte Straßen in richtige Sturzbäche. Diese Überflutungen können daher bereits vor dem Erreichen eines Gewässers erhebliche Ausmaße annehmen und große Schäden verursachen. Erreicht das Wasser schließlich einen kleinen Bach, kann dies zu rasch ansteigenden Abflüssen führen. Ohne ausreichende Vorwarnzeit können diese Gewässer dann auch über die Ufer treten (**fluviale Hochwasser**, lat. „zum Fluss gehörig“).

Oberflächenwasser, welches im unbebauten Bereich außerhalb eines Gewässerbetts zum Abfluss kommt, wird im § 3 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) als **wild abfließendes Wasser** bezeichnet.

Der § 72 des WHG definiert **Hochwasser** als zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, welche insbesondere durch oberirdische Gewässer verursacht ist. Ausdrücklich ausgenommen sind hiervon Überschwemmungen aus Abwasseranlagen, wodurch durch das WHG eine klare Abgrenzung zu den Regelungen der Siedlungsentwässerung geschaffen wurde (Kapitel 2.12.1).

### 1.1.3 Wie entsteht eine Sturzflut?

Der Begriff Sturzflut hat sich sehr weit verbreitet und wird häufig und fälschlich als Synonym für sämtliche Abflussprozesse infolge von Starkregen verwendet.

Zumeist spricht man von Sturzfluten, wenn innerhalb von Minuten bis wenigen Stunden nach einem Starkregen, einem Deich- oder Dammbrech oder dem Bruch einer Barriere (Erdbeben, Verklüftung) plötzlich große Wassermassen ein Gebiet überfluten (URBAS 2016).

Andere Definitionen gehen von einer Sturzflut aus, „wenn innerhalb von sechs Stunden nach

einem starken Regenereignis (...) plötzlich riesige Wassermengen über ein Gebiet hereinbrechen“ (LIPPEVERBAND 2021)

Sturzfluten im Sinne dieses Leitfadens werden durch ungewöhnlich heftige Starkregenereignisse ausgelöst, die extremen Oberflächenabfluss und in der Folge rasant ansteigende Wasserstände und Abflusswellen mit sehr hohen Scheiteln in kleinen Gewässern bilden. Sturzfluten sind sehr seltene, räumlich stark begrenzte (lokale) Ereignisse, die vor allem an kleinen Gewässern auftreten, wobei auch die dazugehörigen Entwässerungswege und Flächen jenseits der Gewässer im Einzugsgebiet betroffen sein können. Aufgrund ihrer Wucht und dem plötzlichen Auftreten sind Betroffene häufig unvorbereitet und werden überrascht. Durch hohe Fließgeschwindigkeiten sind Sturzfluten in der Lage, schwere Gegenstände wie Autos oder Baumstämme mit sich zu reißen. Wo sie auftreten, können sie schwere Schäden an Bauwerken verursachen. Sturzfluten sind daher sehr bedrohlich und stellen eine große Gefahr für Leib und Leben dar.

Bei hügeliger Topografie treten Sturzfluten häufig nicht dort auf, wo der Niederschlag selbst am stärksten ist, sondern talwärts oder auch stromab eines Baches in tieferliegendem Terrain. Auch größere Mengen an mitgeführtem Material (Schlamm, Geröll, Holz aber auch andere Objekte wie ganze Bäume oder Gegenstände) sind charakteristisch für Sturzfluten. In flacherem Gelände kann das Wasser aufgrund des fehlenden Gefälles nicht schnell genug abfließen oder in den Boden versickern. Daher kommt es häufig zu Überlastungen lokaler Abwasser- und Entwässerungssysteme. Die Fließgeschwindigkeiten sind hier verhältnismäßig gering. (Schlenkhoff und Oertel 2009)

#### 1.1.4 Wie unterscheiden sich Sturzfluten von Hochwasser an großen Fließgewässern?

Im Unterschied zu pluvialen Überflutungen oder dem fluvialen Hochwasser an kleinen Gewässern, treten fluviale Hochwasser an größeren Flüssen zumeist nach langanhaltendem und großflächigem Dauerregen auf (siehe Abb. 3). In der Regel dauern diese mehrere Stunden bis Tage, was Vorhersagen mit deutlich längeren Vorwarnzeiten ermöglicht und so auch größere Handlungsspielräume vor dem Eintritt des Hochwassers schafft (z. B. Aufbau von mobilen Hochwasserschutzwänden). Die Übergänge und Grenzen zwischen pluvialem und fluvialem Hochwasser sind (insbesondere in kleineren Einzugsgebieten) häufig fließend.



Abb. 3: Entstehung von fluvialem (links) und pluvialem (rechts) Hochwasser

Fluviales Hochwasser tritt in unmittelbarer Umgebung von Flüssen und angeschlossenen Grundwassersystemen auf. Es handelt sich also um gut abgrenzbare Gebiete entlang von bestehenden Wasserläufen.

## 1.2 Schäden infolge von Starkregen und Sturzfluten

Die im Jahr 2016 aufgetretenen Starkregenereignisse sind vielen in Erinnerung geblieben und zeigen nochmals sehr deutlich, wie unvorhersehbar Starkregenereignisse sind und mit welcher massiven Schäden diese verbunden sein können. In den Monaten Mai und Juni dieses Jahres sorgte eine über zwei Wochen hinweg weitgehend stationäre Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ mit den Bodentiefs Elvira, Friedericke und Gisela in Deutschland, Frankreich, Tschechien und Polen wiederholt für Unwetter mit Starkregen von ungewöhnlichem Ausmaß: Stellenweise fiel binnen einer Stunde so viel Regen wie sonst innerhalb eines Monats (LAWA 2018). Im Durchschnitt fielen in Deutschland im Juni 2016 rund 115 mm Niederschlag pro m<sup>2</sup>, was 134 % des vieljährigen Mittels entspricht. Der Süden Deutschlands war hiervon am stärksten betroffen. Über mehrere Wochen traten an unterschiedlichen Orten lokal begrenzte, jedoch sehr heftige Niederschlagsereignisse auf, die zufällig über ganz Bayern verteilt waren.



Abb. 4: Übersichtskarte der Ereignisse im Mai und Juni 2016 in Bayern

Beispielhaft sind die besonders schweren Ereignisse im Raum Rottal-Inn am 01./02. Juni 2016 (Simbach am Inn und Triftern) und im Raum Ansbach am 29./30. Mai 2016 (Flachslanden und Oberzenn) zu erwähnen:

Bedingt durch eine außergewöhnliche Wetterlage bildeten sich kleinräumige, ortsfeste Gewitterzellen. Die Folge war starker Oberflächenabfluss und wild abfließendes Wasser wodurch auch Gebiete von Hochwasser betroffen waren, die nicht in unmittelbarer Nähe von Gewässern liegen. Zudem waren besonders kleine Gewässer betroffen; die resultierenden Hochwasser lagen in vielen Bereichen weit über hundertjährigen Ereignissen. Bei den entstandenen schweren Schäden ließ sich in Gewässernähe zumeist nicht mehr unterscheiden,



ob die Überflutungen durch „wild abfließendes Wasser“ oder durch Hochwasser aus Fließgewässern verursacht wurden. Im Landkreis Rottal-Inn verloren sieben Menschen infolge der Katastrophe ihr Leben. Mehr als 5.000 Haushalte waren von der Flut betroffen, bei der ein Sachschaden von rund 1,25 Milliarden Euro entstand.



Abb. 5: Eindrücke aus Ansbach 29./30. Mai 2016. Oben: Wild abfließendes Wasser strömt im Ortsbereich von Flachlanden aus einem Grundstück über den Sockel des Gartenzauns auf die Straße. Unten: Schlammablagerungen vor einem Wohnhaus in Oberzenn am 30. Mai 2016.



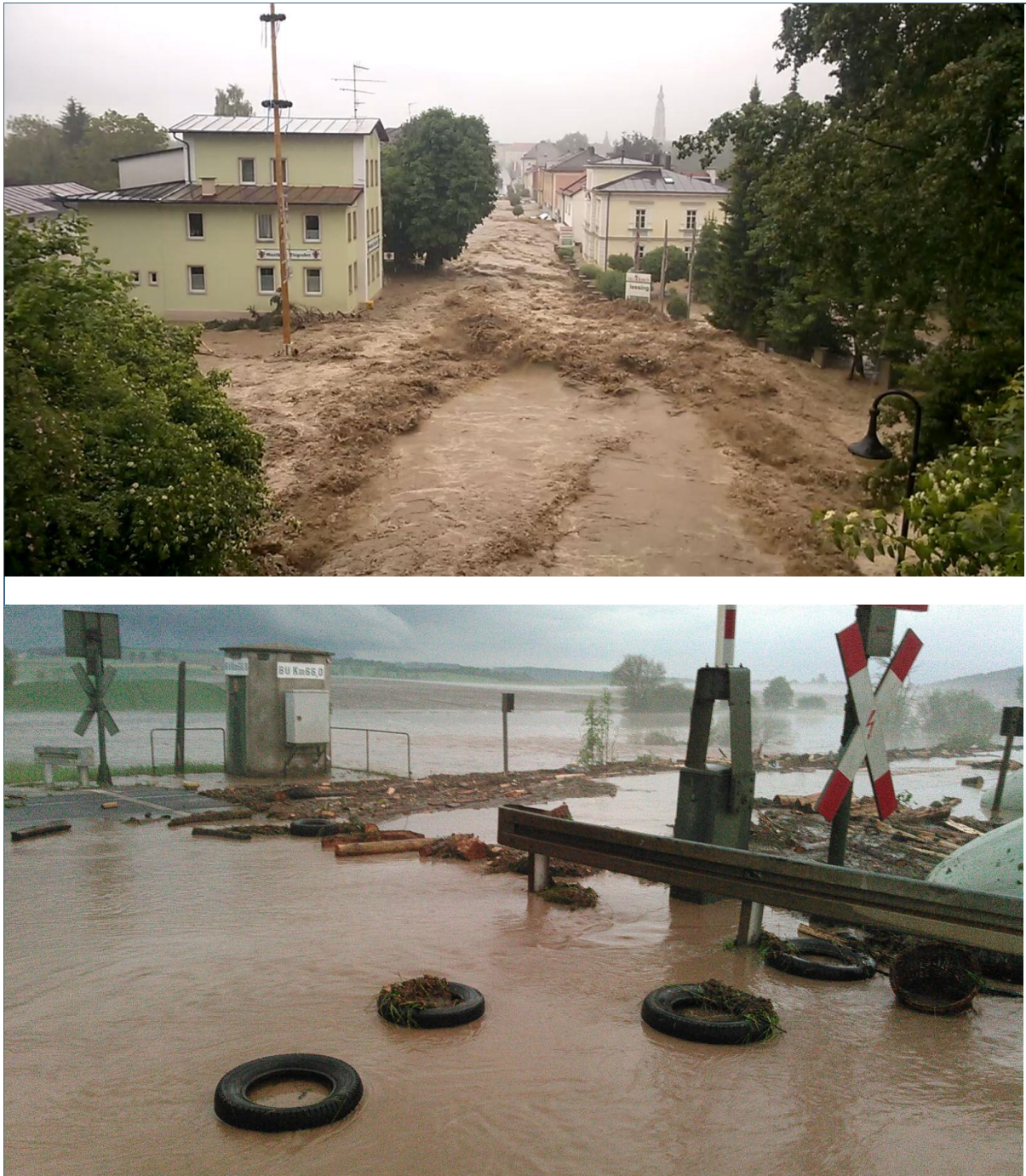


Abb. 6: Eindrücke vom 29./30. Mai 2016. Oben: Simbach, Braune Wassermassen wälzen sich durch die Innstraße. Unten: Ansbach Überflutete Gleisanlage an einem Bahnübergang der Bahnlinie Ansbach – Würzburg (angeschwemmtes Holz und Altreifen).

Die Schadensbilder bei Überflutungen infolge von Starkregen sind meist sehr vielschichtig, wobei es sowohl im Siedlungsbereich als auch im Außenbereich zu verheerenden Schäden kommen kann.

Mögliche schadensträchtige Prozesse:

- „Wild abfließendes“ Wasser und Abflüsse bei pluvialen Überflutungen fließen unkontrolliert dem Gefälle folgend oberirdisch und außerhalb eines Gewässerbettes ab.
- Überflutungen aus überlasteten Abwasser- und Entwässerungssystemen.

- Überflutungen von bis zu mehreren Metern Tiefe an Geländetiefpunkten wie z. B. Geländemulden, Senken, in Unterführungen und Schächten, Tiefgaragen, vor Dämmen oder Gebäuden, an verstopften (verklausten) Durchlässen, kleinen Brücken und Engstellen etc.
- Erhöhte Fließgeschwindigkeiten in topografisch stark bewegtem Gelände, die insbesondere im Siedlungsraum für Menschen und Sachgüter zu einer Gefahr werden können.
- Ein sprunghafter Anstieg der Pegelstände und die Ausuferung insbesondere von kleinen Gewässern oder Gräben, die normalerweise auch trocken sein können.
- Bodenerosion, bspw. Hangrutschungen, Unterspülungen und andere gefährliche Massenbewegungen.
- Plötzlicher Bruch oder Versagen von eingestauten oder verklausten Bauwerken (z. B. Straßendämmen, Gewässerdurchlässen etc.) und daraus entstehende Flutwellen

Besonders tragisch sind die immer wieder durch Starkregenereignisse zu beklagenden **Todesopfer**, da es infolge des sowohl zeitlich als auch örtlich sehr plötzlichen Auftretens meist keine Vorwarnzeiten gibt.

Kommt es insbesondere im Hügelland oder Mittelgebirge zu Starkregen, so bilden sich der Topografie des Geländes folgend schnell auch abseits von Gewässern reißende oberflächliche Abflussströme aus. Diese sind gekennzeichnet durch große Fließgeschwindigkeiten in Verbindung mit einer hohen Transportkapazität, die sowohl Gebäude als auch Verkehrswege beschädigen oder auch vollständig zerstören können. Wenn Personen mitgerissen werden, besteht neben der Gefahr des Ertrinkens, auch hohe Verletzungsgefahr an Hindernissen und spitzen Objekten, sowie durch hohen Wasserdruck und den Anprall von Treibgut und mobilisierten Gegenständen. (BBK 2015)

#### **Die Gefahr durch Strömung – Personenflutsicherheit und Strömungsintensität:**

Grundsätzlich gilt, dass bereits bei Fließgeschwindigkeiten von mehr als 2 m/s (ca. 7 km/h) eine hohe Gefahr besteht, von der Strömung mitgerissen zu werden. Bei geringeren Fließgeschwindigkeiten kann die Gefahr anhand der Strömungsintensität (Einheit  $m^2/s$ ) abgeschätzt werden. Diese wird durch Multiplikation von Fließtiefe (Einheit m) und Fließgeschwindigkeit (Einheit m/s) ausgedrückt. Für Kinder besteht bereits bei einer Strömungsintensität von 0,4  $m^2/s$  eine deutliche Gefahr, um- und mitgerissen zu werden. Für Erwachsene liegt abhängig von deren körperlicher Verfassung ab einer Strömungsintensität von 0,6  $m^2/s$ , spätestens jedoch bei Strömungsintensitäten von mehr als 0,8  $m^2/s$  eine hohe Gefahr vor, von der Strömung mitgerissen zu werden (siehe auch Kapitel 4.3.2).

Unabhängig vom Aspekt der Strömung geht auch von gefluteten Senken eine Gefahr aus, auch wenn in diesen keine Strömung vorliegt. Hierbei können auch Wassertiefen von unter 0,5 m für Kinder bereits kritisch sein. Spätestens ab ca. 1,2 m besteht auch für Erwachsene in guter körperlicher Verfassung hohe Gefahr.

Werden überflutete Bereiche durchfahren, kann dies auch für Fahrzeuge und deren Insassen fatale Folgen haben. Ab etwa der Nabhöhe (bereits unter 30 cm) ist ein Totalschaden am Fahrzeug möglich. Bei Strömung kann das Fahrzeug auch schon bei niedrigeren Wassertiefen mitgerissen und z. B. in ein Flussbett gespült werden. Hierdurch können lebensbedrohliche Situationen entstehen. (Cox et al. 2010)

Auf **landwirtschaftlichen Flächen**, die insbesondere am Beginn der Starkregensaison im Mai und Juni oftmals noch wenig Bedeckung aufweisen und infolge von Verschlammung und Verdichtung nur wenig Wasser aufnehmen können, kann Starkregen zu massiver Erosion, einem Verlust der Ernte und einem erheblichen Abtransport von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln führen. Letztere können durch den langfristigen Verlust der Bodenfruchtbarkeit und die Kontamination von (Grund-) Wasserkörpern nicht nur einen erheblichen, ökologischen kaum quantifizierbaren Schaden verursachen, sondern auch Schlammlawinen ausbilden, die Abwasser- und Entwässerungssysteme verstopfen und die Überflutungssituation der Unterlieger zusätzlich verschärfen.





Abb. 7: Eindrücke von Starkregen und Sturzfluten. Oben: Im Tiefpunkt eines Ackers bildet sich eine reißende Strömung (links) und verursacht starken Bodenabtrag (rechts). Unten: Sturzflut 2016 in Simbach am Inn mit unvorstellbarer Wucht.

**Kleine Gewässer**, die ohne Vorwarnzeit unmittelbar infolge von Starkniederschlägen reagieren, werden selbst zu reißenden Strömen. Hierdurch entstehen auch an den Gewässern selbst massive Schäden. Durch Erosion im Gewässerbett und an Prallhängen können Ufer und deren Verbau sowie Brückenfundamente unterspült werden und einstürzen. Hierdurch können wiederum Bauwerke (Gebäude, Verkehrswege) auch oberhalb des Hochwasserstandes an Stabilität verlieren und bedroht sein.



Abb. 8: Erosion in Bächen. Links: Seitenerosion eines Wildbachs (Schwarzlofer bei Reit im Winkl, nach Starkregenereignis im Juli 2021). Rechts: Zahlreiche Bäume, Wurzelstöcke und Gestrüpp wurden mitgerissen befinden sich am Tag nach dem Ereignis (23./24.07.2016) am Haibach in Passau noch im Gerinne.

Sind **Siedlungsbereiche** von Starkregenereignissen oder Sturzfluten betroffen, so kann das Wasser auf den versiegelten Böden gar nicht und auf den nicht versiegelten Flächen nicht schnell genug versickern. Die Entwässerungsanlagen, welche nicht auf die großen Wassermengen ausgelegt sind, sind überlastet. Örtlich kann an bestimmten Punkten Wasser aus dem Kanalnetz austreten und hierdurch zu einer weiteren Erhöhung der Wasserstände und im Falle einer Mischkanalisation auch zu einer Verunreinigung von Flächen und Gewässern führen.



Dort, wo sich das Wasser sammelt oder sich Fließwege ausbilden, kann dieses Wasser auf verschiedensten Wegen in Gebäude eindringen und dort hohe Schäden verursachen (siehe Abb. 9). Das Wasser kann sowohl über Gebäudeöffnungen wie z. B. Lichtschächte, Kellereingänge, Tiefgaragenzufahrten, Fenster und Türen als auch in Form von Sickerwasser oder Grundwasser in das Gebäude eindringen. Ein weiterer Eintrittsweg des Wassers ist, sofern keine Rückstausicherung und Hebeanlage dies verhindert, häufig über die Kanalisation in Form von Rückstau aus dem Kanalnetz.

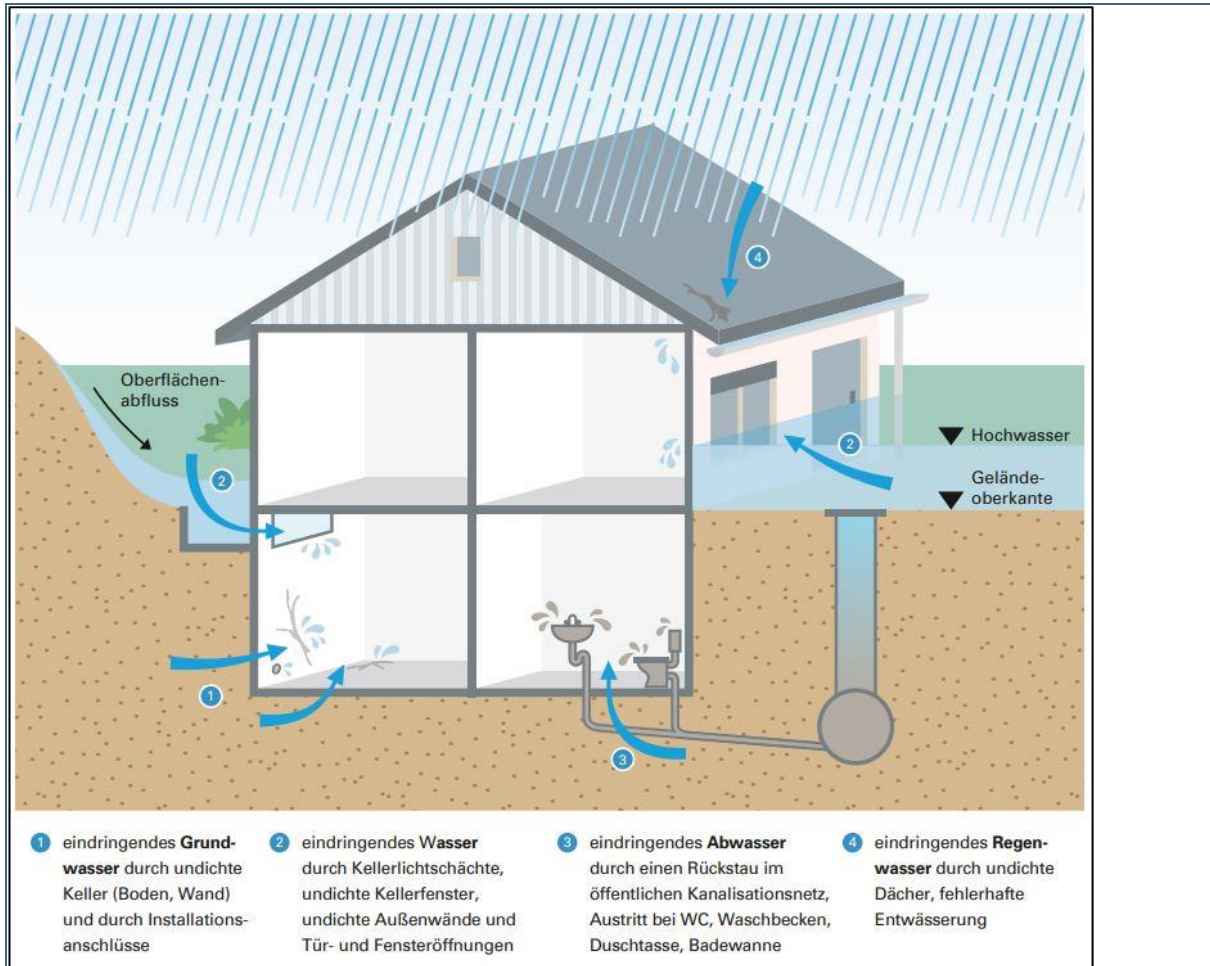


Abb. 9: Mögliche Wege von Wasser in Gebäude.

### Gefahr durch Wasserdruck:

Ist z. B. an einer gewöhnlichen Kellertür ein Wasserstand von ca. 30 cm erreicht, so ist zum Öffnen der Tür gegen den Wasserdruck bereits eine Kraft erforderlich die einem Gewicht von ca. 45 kg entspricht. Bei 50 cm Wasserstand an der Tür sind es bereits ca. 125 kg. Für die meisten Personen ist es dann bereits unmöglich, diese Tür zu öffnen und sich in Sicherheit zu bringen. Der Fluchtweg ist damit blockiert. Keller oder Tiefgaragen werden bei eindringendem Wasser daher sehr schnell zu tödlichen Fallen.



Abb. 10: Überflutete Innenstraße in Simbach am 01. Juni 2016

Neben Schäden an der Gebäudesubstanz und dem sich im Gebäude befindlichen Hausrat ist auch häufig das aus Heizöltanks austretende Öl für sehr große Schäden verantwortlich. Infolge von Auftrieb lösen sich Tanks aus ihrer Verankerung und schwimmen auf. Zuleitungen werden dabei undicht und das austretende Öl kontaminiert große Bereiche in der Umgebung. Das Öl dringt dabei auch in Hauswände und Böden ein und kann damit auch Totalschaden am Gebäude verursachen. Zudem stellt es eine erhebliche Umweltbelastung für Boden und Gewässer dar.

Im Projekt [URBAS](#) wurden eine Vielzahl von Starkregenereignissen auch hinsichtlich der entstandenen Schäden analysiert. Es wurden Schäden von über 200 Ereignissen (zwischen 1977 und 2007) in unterschiedlichen Schadenskategorien (Personen, Gebäude, Infrastruktur, Verkehr, Leitungen, Sonstige und „unbekannt“) erfasst. Besonders häufig resultieren demnach Schäden an Gebäuden sowie an Infrastruktureinrichtungen. Die Summe der Kosten aller Ereignisse beträgt nach den Auswertungen der Datenbank aus (URBAS 2016) **ca. 2,9 Mrd. Euro**. Verteilt man die ermittelten Gesamtkosten gleichmäßig auf die den Ereignissen zugeordneten Postleitzahlenbezirke, so ergibt sich ein Mittelwert von 1,8 Mio. Euro pro Ort (Postleitzahlenbezirk). Diese Werte sind sicherlich nur als grober Anhalt zu betrachten. Laut dem Rückversicherer MunichRE (Münchener Rück) führen Überflutungen in Folge von Starkregen zu einer durchschnittlichen jährlichen Gesamtschadenssumme, die in etwa der Schadenssumme aus den Hochwasserereignissen an größeren Flüssen entspricht. (URBAS 2016)

### 1.3 Einfluss des Klimawandels auf Starkregen in Bayern

Starkregenereignisse sind natürliche Erscheinungen des Wettergeschehens. Hochwasser und Überflutungen infolge von Starkregenereignisse haben über tausende von Jahren unser

Landschaftsbild mitgeprägt und es existieren zahlreiche historische Berichte über Siedlungen, die schwere Verwüstungen erlebt haben. Auch deshalb wird häufig die Frage gestellt, ob die in den letzten Jahren empfundene Häufung dieser Ereignisse im Zusammenhang zum Klimawandel zu sehen sind und ob auch künftig vermehrt mit diesen Extremwetterlagen, zu denen z. B. auch Hitze- bzw. Trockenwetterperioden zu zählen sind, gerechnet werden muss.

Die Antwort auf diese Frage ist eindeutig mit „JA“ zu beantworten.

Der Einfluss des Klimawandels ist bereits heute in Bayern angekommen und wird in Zukunft noch weiter zunehmen. Das Klima in Bayern verändert sich – Bayern befindet sich mitten im Klimawandel. Die Durchschnittstemperaturen weisen einen eindeutigen Erwärmungstrend auf. Das in Abb. 11 dargestellte Farbband visualisiert dies eindrucksvoll.

Ohne die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen wird sich dieser Trend fortsetzen oder sogar beschleunigen. Bis Ende des Jahrhunderts könnte die bayerische Mitteltemperatur um etwa 3,8°C gegenüber dem Zeitraum 1971–2000 ansteigen. Im Falle einer erfolgreichen weltweiten Umsetzung des Pariser Übereinkommens würde der in Bayern beobachtete Erwärmungstrend hingegen innerhalb weniger Jahrzehnte deutlich abgeschwächt werden. Spätestens ab 2050 würde die mittlere Jahrestemperatur Bayerns nicht mehr nennenswert ansteigen, mit einem stabilen künftigen Erwärmungsniveau von etwa 1,1°C im Median gegenüber dem Zeitraum 1971–2000 (Klima-Report Bayern 2021, (StMUV 2021)).

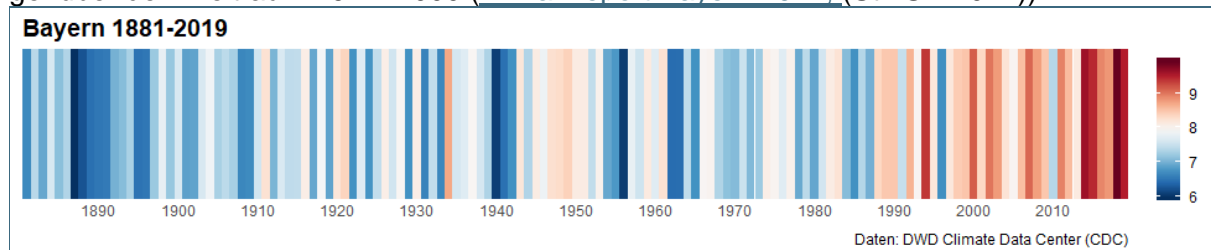


Abb. 11: Entwicklung der Durchschnittstemperaturen in Bayern von 1881 bis 2019. Das Farbband zeigt, wie sich die Durchschnittstemperatur in Bayern bis heute entwickelt hat. Jeder Streifen im Band steht für ein Jahr, die Spanne reicht von 6,0 C (dunkelblau) bis 9,9 C (dunkelrot).

Anders als bei der Temperatur kann ein solch eindeutiger Trend bei den gemessenen Niederschlägen generell und speziell auch für Starkniederschläge noch nicht ermittelt werden. Denn zum einen werden kleinräumige, konvektive Ereignisse durch Messstationen nur bedingt erfasst bzw. ausgewertet, so dass eine statistisch belastbare Aussage zu den lokal auftretenden Starkregenereignissen aufgrund der vorliegenden Datenbasis noch nicht möglich ist. Zum anderen sind regional hochaufgelöste Klimamodellprojektionen zur Entwicklung von Starkregen derzeit noch mit großen Unsicherheiten behaftet, da die verwendeten Modelle noch nicht in der Lage sind, kurze (konvektive) Schauer hinreichend genau wiederzugeben.

### Exkurs in die Wissenschaft:

Detailliert lokal hochaufgelöste Modelle, welche auch die Modellierung von konvektiven Ereignissen erlauben, sind aktuell noch Gegenstand der Forschung (<https://www.fona.de>, z.B. ISAP, KARE). Erste hochaufgelöste Klimaprojektionen zeigen jedoch vielversprechende Ansätze für eine verbesserte Darstellung dieser Ereignisse. Diese Entwicklung und deren Anwendbarkeit in der Wasserwirtschaft wurden im Rahmen der Kooperation KLIWA (<https://www.kliwa.de/>) initiiert und werden durch das LfU fachlich begleitet.

Auch wenn die derzeitigen Klimamodelle noch nicht in der Lage sind, valide Erkenntnisse zur Entwicklung von konvektiven Starkregenereignissen zu liefern, so kann bereits auf Basis der Temperaturerhöhung infolge des Klimawandels mit großer Wahrscheinlichkeit auch in Bayern auf eine Zunahme von extremen Regenfällen geschlossen werden. Aufgrund der physikalischen Zusammenhänge der Meteorologie und Erfahrungen aus der Vergangenheit muss

davon ausgegangen werden, dass mit steigenden Temperaturen der Energie- und Wassergehalt der Atmosphäre künftig zunimmt und dadurch vermutlich vermehrt mit Extremereignissen wie Stürmen und Starkniederschlägen zu rechnen ist.

### Zusammenhang zwischen Temperatur und Starkregen:

Infolge der projizierten Temperaturzunahme (siehe hierzu Abb. 12) durch den Klimawandel steigt auch das Potenzial für extreme Niederschlagsereignisse, denn: Bei höheren Temperaturen verdunstet mehr Wasser. Je wärmer die Luft, umso mehr Wasser kann die Atmosphäre aufnehmen und auch wieder über Wolken abregnen. Mit jedem Grad Celsius nimmt die Niederschlagsintensität theoretisch um bis zu 7 Prozent zu. Bei den überwiegend sommerlichen, konvektiven Starkregenereignissen kann der Anstieg sogar noch höher sein, denn der Zusammenhang zwischen Temperatur und Wassergehalt verläuft nicht linear, sondern exponentiell. Dieser Effekt ist bei lokal auftretendem, kurzem Starkregen doppelt so stark ausgeprägt wie bei großflächigen, länger anhaltenden Niederschlägen. (DWD 2020)

Damit wird auch die Anzahl der Starkregentage pro Jahr in Bayern künftig zunehmen. Laut den aktuellen Modellrechnungen wird sich aber nicht die durchschnittliche Menge des Niederschlages pro Jahr erhöhen. Vielmehr verteilt sich die gleiche Niederschlagsmenge auf weniger Tage im Jahr. Der Niederschlag an diesen Tagen wird demnach höher ausfallen. Das Auftreten von Starkniederschlagsereignissen wird dadurch wahrscheinlicher.

### Jahresmitteltemperatur im Wandel

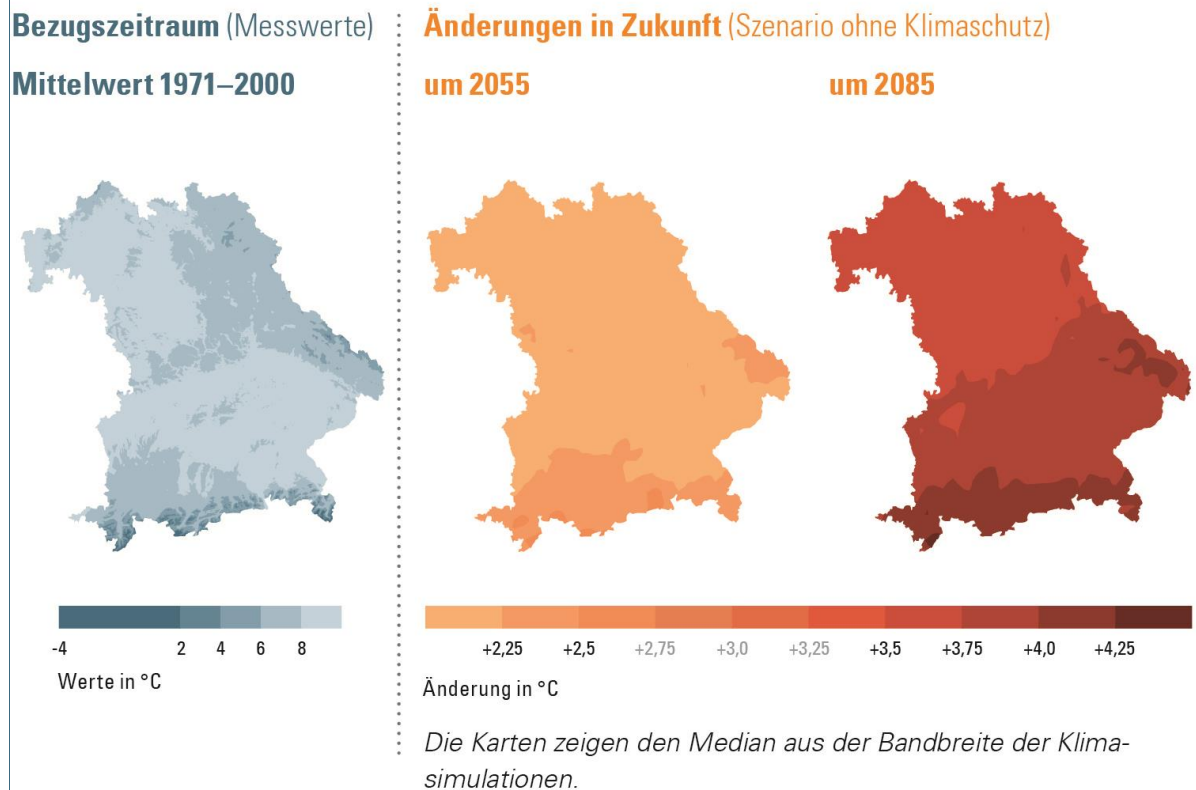


Abb. 12: Projizierte Veränderung der Jahresmitteltemperatur in Bayern (LfU 2021)



**Tipp: Informationen zum Klimawandel**

Das [Bayerische Klimainformationssystem](#) (BayKis) zeigt, wie sich das Klima in den Regionen Bayerns in der Vergangenheit verändert hat und was die Klimazukunft bringen wird. Nutzerinnen und Nutzer können aussagekräftige Klimakenngrößen wie z.B. Hitzetage oder Tropennächte für ihre Region auswählen und entdecken, welches Klima bis Mitte oder Ende dieses Jahrhunderts erwartet werden kann.

Die Broschüre „[Bayerns Klima im Wandel – Heute und in der Zukunft](#)“ informiert über den Verlauf des Klimawandels in Bayern. Es sind die bereits eingetretenen Klimaveränderungen in Bayern in der Vergangenheit dokumentiert und es wird ein Ausblick in die Zukunft gegeben. Dazu werden vorliegende Messwerte von klimatische Kenngrößen wie Temperatur und Niederschlag ausgewertet, aber auch Kennwerte wie Tropennächte und Eistage berechnet und dargestellt. Regionale Klimabroschüren informieren in gleicher Weise über den Klimawandel in den sieben bayerischen Klimaregionen.

In den [Klima-Faktenblättern des LfU](#) werden klimatische Parameter (zum Beispiel Lufttemperatur, Niederschlag) und daraus berechnete Klima-Kennwerte (zum Beispiel Anzahl der Hitzetage oder Trockenperioden) tabellarisch für Bayern und sieben bayerische Klimaregionen dargestellt.

Der „[Klima-Report Bayern 2021](#)“ liefert einerseits einen spezifischen Überblick darüber, wie sich Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft und Forschung in Bayern konkret im Angesicht des Klimawandels verändern. Andererseits informiert er über ausgewählte Aktivitäten und Maßnahmen, wie Bayern dem Klimawandel aktuell begegnet.

Im „[KLIWA-Monitoringbericht 2021](#)“ werden Informationen zur Klimaentwicklung in Süddeutschland veröffentlicht. Hier sind Informationen zu Veränderungen des regionalen Klimas und des Wasserhaushalts sowie über außergewöhnliche und extreme Ereignisse in den sog. KLIWA-Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz dokumentiert. Die Kooperation KLIWA veröffentlicht kontinuierlich Fachpublikationen zum Thema Klimawandel und Wasserwirtschaft. Aktuelle Veröffentlichungen sind unter <https://www.kliwa.de/publikationen.htm> zu finden.

Der „[Deutsche Klimaatlas](#)“ des Deutschen Wetterdienstes vergleicht das aktuelle Klimageschehen mit der Vergangenheit (Normalperiode 1961 – 1990) und bietet einen Ausblick auf die Bandbreite der künftigen Entwicklung, wie sie bis zu 21 regionale Klimamodelle berechnen.

## 1.4 Ziele und Aufgaben des Sturzflut-Risikomanagements

Hochwasserschutz, also auch der Schutz vor Sturzfluten infolge von Starkregen, ist nach der Rechtsprechung in Planung, Anordnung und Durchführung eine hoheitliche Aufgabe der Daseinsvorsorge. Es besteht die Pflicht zur Durchführung erkennbar gebotener, durchführbarer und wirtschaftlich zumutbarer Maßnahmen bzw. die Pflicht zum Unterlassen dem Hochwasserschutz nicht dienender (verfehlter) Maßnahmen gegenüber den möglicherweise durch ein Hochwasserereignis Betroffenen. (BGH, NJW 1996, 32/08; BGH, BauR 2008, S. 63 ff.; Quetsch in: UPR 2014, S. 321 ff.; UPR 2011, S. 130 ff.) (Kommunal Agentur NRW 2015).

„Der **Schwerpunkt** für die Ausarbeitung und Umsetzung gezielter Maßnahmen liegt auf der **lokalen Ebene**. Dabei nehmen die **Kommunen** eine **Schlüsselrolle** in den Bereichen Vorsorge, Bewältigung und Wiederaufbau im Starkregenrisikomanagement ein.“ (LAWA 2018)

Einen vollständigen Schutz gegen Starkregen und Sturzfluten kann es allerdings nicht geben. Im Falle von seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignissen können die Abflüsse nicht durch die kommunalen Entwässerungsbauwerke insbesondere der Kanalisation beherrscht werden. Die Sicherstellung der Überflutungsvorsorge liegt im Rahmen der Bemessungsgrenzen dieser Bauwerke grundsätzlich im Verantwortungsbereich der Betreiber (in der Regel der Kommunen oder ihrer Betriebe), im Falle von Starkregenereignissen, die den Bemessungsfall überschreiten, verbleibt jedoch immer das Risiko einer Überlastung der Entwässerungssysteme, welche eben nicht auf seltene, außergewöhnliche oder extreme Ereignisse ausgelegt werden können, sondern auf eine langfristige Sicherstellung eines einheitlichen Entwässerungskomforts bei gleichzeitig wirtschaftlich vertretbarem Einsatz an Investitionen abzielen (BWK/DWA-Arbeitsgruppe 2013).

**Ziel des Sturzflut-Risikomanagements** ist es nicht, einen vollständigen Schutz vor allen potentiell möglichen Ereignissen zu gewährleisten, sondern mit Hilfe von vorausschauenden Betrachtungen zielorientierte Vorsorge auf kommunaler und auch privater Ebene zu ermöglichen, um das Risiko starkregen- und sturzflutbedingter nachteiliger Folgen auf die menschliche Gesundheit, Gebäude und Infrastruktur, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten bestmöglich zu bewältigen und abzumindern.

Um zielführende planerische, technische und/oder organisatorische Vorsorgemaßnahmen auf kommunaler und privater Ebene ergreifen zu können, sind

- die Identifizierung und räumliche Eingrenzung potenzieller Gefährdungsbereiche,
- die Ermittlung der konkreten Überflutungsursachen,
- die Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken und auch
- die Kommunikation der Gefährdung in der Öffentlichkeit

von entscheidender Bedeutung (Illgen 2017).

In einem erfolgreichen kommunalen Sturzflut-Risikomanagement sollte sich die Kommune, die hierin eine Schlüsselrolle einnimmt, daher zielgerichtet und systematisch mit den in Abb. 13 dargestellten **Grundsäulen des Sturzflut-Risikomanagements** auseinandersetzen. Diese sind die

„**Überflutungsvorsorge und Risikomanagement**“,

die „**Wasser- und klimasensible Siedlungsentwicklung**“ sowie

die „**Stärkung der Eigenvorsorge von Grundstückseigentümern**“.

Ein erfolgreiches Konzept setzt voraus, dass alle Grundsäulen gleichberechtigt nebeneinanderstehen und durch eine Auskunfts- und Informationsmanagement untermauert werden.



Abb. 13: Grundsäulen eines Sturzflut-Risikomanagements (verändert nach (HSB 2017); Projekt KLAS)

## Überflutungsvorsorge und Risikomanagement

Hierbei sollen die potenziellen Gefährdungen durch Überflutungen infolge von seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignissen in Karten dargestellt und die resultierenden Risiken analysiert werden. Weiterhin sind lokale Schutzziele zu definieren und potenzielle Schäden abzuschätzen und zu bewerten. Schließlich sollen im Rahmen eines Handlungskonzepts konkrete Vorsorgemaßnahmen konzeptionell erarbeitet werden, die helfen, das von Starkregenereignissen ausgehende Risiko besser bewältigen zu können. Die entwickelten Maßnahmen, die sowohl technischer als auch nicht-technischer Natur (organisatorische Maßnahmen) sein können, sollen wirkungsvoll und zugleich wirtschaftlich sein und direkt einem verantwortlichen Maßnahmenträger zugeordnet werden. Insbesondere wenn „Gefahr für Leib und Leben“ droht, aber auch bei einer möglichen Gefährdung kritischer Infrastrukturanlagen, sollen besondere Schutzmaßnahmen als Gefahrenabwehr in Erwägung gezogen werden. Derartige Überlegungen und Maßnahmen an öffentlichen Einrichtungen und Gebäuden bzw. in Bereichen, deren Schutz im Interesse der Allgemeinheit erfolgen sollte, werden der allgemeinen Überflutungsvorsorge zugeordnet und liegen in der kommunalen Gesamtverantwortung. Objektschutz an privaten Einzelgebäuden und Einrichtungen liegt hingegen im Aufgabenbereich der Eigentümer selbst.

Technische Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung oder Minderung von Schäden durch Überflutungen infolge von Starkregen und Sturzfluten beinhalten insbesondere die Errichtung, die Gestaltung und den Betrieb von technischen Anlagen zur gezielten Abflussrückhaltung, -umleitung oder -ableitung im Bereich von

- Straßen und Wegen innerhalb des Siedlungsgebietes,

- Frei- und Grünflächen,
- öffentlichen Entwässerungssystemen (Kanalisationen),
- Gewässern und Entwässerungsgräben sowie
- Grün-, Land- und Forstwirtschaftsflächen außerhalb der Bebauung (inkl. Wegen und Wegeentwässerung).

Alle Vorsorgemaßnahmen leisten jedoch nur einen Teilbeitrag zur Schadensbegrenzung, denn die Wirkung ist begrenzt bzw. auf ein bestimmtes Schutzniveau ausgelegt. Aus diesem Grund ist die Grundsäule „Überflutungsvorsorge und Risikomanagement“ durch Handlungen und Maßnahmen im Sinne der anderen Grundsäulen zu ergänzen. Unabhängig davon sind Überlastereignisse weiterhin möglich; das verbleibende Risiko ist zu kommunizieren.

### Wasser- und klimasensible Siedlungsentwicklung

Schutzmaßnahmen gegen Überflutungen infolge von Starkregen für einzelne Gefahrenschwerpunkte sind wichtig und in vielen Kommunen erforderlich. Ergänzend sind jedoch auch Strategien, die Ortschaften und Stadtquartiere bzw. Siedlungen als Ganzes betrachten und auch deren langfristige Entwicklung zu planen.

Das heißt, die Vorsorge im Sinne einer wasser- und klimasensiblen Siedlungsentwicklung sollte schon früh in der Stadtplanung und -entwicklung ansetzen, indem zum Beispiel Fließwege bereits bei der Gestaltung von Plätzen oder Grünanlagen berücksichtigt werden und nicht erst bei der Frage der Dimensionierung von Kanalnetzen oder einzelnen Schutzwänden an ausgewählten Gebäuden (Birkmann 2021). Hierbei müssen im Stadtquartier die funktionalen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Infrastrukturen, die mögliche neue Fließ- und Ableitungswege des Starkregens und auch die Synergien unterschiedlicher Maßnahmen systematisch identifiziert werden.

**„Aus diesem Grund muss bei der künftigen Siedlungsentwicklung in Bayern ein neuer Weg im Umgang mit Wasser eingeschlagen werden. Niederschlagswasser so schnell wie möglich abzuleiten und im Untergrund in der Kanalisation verschwinden zu lassen, ist heute nicht mehr der richtige Ansatz.“** (Leitfaden Wassersensible Siedlungsentwicklung (StMUV 2020))

Wasser kommt hierdurch bei der notwendigen Anpassung an den Klimawandel besonders im urbanen Raum eine zentrale Bedeutung zu. Dabei stehen ein intelligentes Wassermanagement mit einer blau-grünen Infrastruktur und eine Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt im Fokus. Grundwasserneubildung und Verdunstung müssen gestärkt und dabei der Abfluss aus der Siedlung auf das landschaftstypische Maß begrenzt werden. Flächensparende Erschließungsformen, wasserdurchlässige Flächenbeläge, Versickerungsanlagen, Straßen- und Gebäudegrün, Zisternen sowie Rückhaltegräben und -becken haben sich seit vielen Jahren bewährt und sollten künftig zu Standardelementen der Siedlungsentwicklung gehören. Die Speicherung von Wasser auf multifunktionalen Flächen und in Versickerungsanlagen leisten in Kombination mit Dach- und Fassadenbegrünungen nicht nur einen Beitrag zur Überflutungsvorsorge bei ergiebigen Starkniederschlägen, sondern sichern auch die Wasserversorgung von Parkanlagen, Straßenbäumen und innerstädtischen Grünflächen. In Trockenphasen kann durch Verdunstungskühlung zudem einen wesentlichen Beitrag zur Minderung von Hitzestress geleistet werden und auch die Aufenthaltsqualität und Biodiversität im innerörtlichen Bereich können verbessert werden.

Detaillierte Ausführungen zur wasser- und klimasensiblen Siedlungsentwicklung finden sich in Kapitel 2.4.



## Stärkung der Eigenvorsorge

Da alle durch die Kommune vorgesehenen Maßnahmen, darunter auch der bauliche Hochwasserschutz und Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge, nur einen gewissen Teil zur Risikoreduktion beitragen können, obliegt es der Kommune, Schutzziele im öffentlichen Interesse festzulegen. Kommunen sollen langfristig eigene Maßnahmen verwirklichen, aber auch die Umsetzung von Maßnahmen Dritter anregen und – soweit möglich – begleiten. Hierbei kommt die Eigenverantwortung der Privatpersonen sowie der Gewerbe- und Industriebetriebe zum Tragen. Die Kommunikation von Risiken und damit die Steigerung des Risikobewusstseins sind wichtige Bestandteile bzw. gar Voraussetzungen hierzu.

Möglicherweise ist sich die Gesellschaft der Gefahren, die bei Starkregen entstehen, gar nicht bewusst. Um dieses Bewusstsein für die Notwendigkeit zur Eigenvorsorge zu stärken, ist es notwendig, die Öffentlichkeit für lokale Gefahren, insbesondere auch durch die Veröffentlichung der Erkenntnisse aus der Überflutungsvorsorge und dem Risikomanagement, zu sensibilisieren sowie zusätzlich über die in § 5 WHG geregelte Verpflichtung zur Eigenvorsorge zu informieren. Die Risikokommunikation hat daher eine besondere Bedeutung für das Gelingen des kommunalen Sturzflut-Risikomanagements. Nur, wenn die Bürger einer Kommune von Beginn an durch Information, Aufklärung und auch aktive Teilnahme eingebunden sind, kann ein solches Konzept überhaupt nur gelingen. Detaillierte Ausführungen zur Eigenvorsorge finden sich in Kapitel 2.3.

All dies zeigt deutlich, dass ein **Sturzflut-Risikomanagement als kommunale Gemeinschaftsaufgabe aller beteiligten Akteure** zu verstehen ist, in dem ein bewusster Umgang mit den Risiken aus Starkregenereignissen erfolgt. Hierzu ist ein integriertes Handeln erforderlich. Der Schwerpunkt für die Ausarbeitung und Umsetzung gezielter Maßnahmen liegt damit eindeutig auf der lokalen Ebene. Dabei nehmen die Kommunen eine Schlüsselrolle in den Bereichen Vorsorge, Bewältigung und Wiederaufbau im Sturzflut-Risikomanagement ein.

## 1.5 Ziele und Aufbau des Praxisleitfadens

In diesem Praxisleitfaden werden

- Erfahrungen aus umgesetzten Projekten zum Sturzflut-Risikomanagement in Bayern gebündelt,
- Querverbindungen zum Thema Modellierung von Gefahren infolge von Starkregen und Sturzfluten (Projekt HIOS) aufzeigt,
- Praxishilfen zum Vorgehen im Rahmen der Konzepterstellung zum Sturzflut-Risikomanagement kompakt zusammengestellt und
- adaptierbare Mustertexte zur Ausschreibung, die an die lokalen Ziele und Gegebenheiten anzupassen sind, zur Verfügung gestellt.

Mit dem vorliegenden Leitfaden zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement stellt das Land Bayern den Kommunen damit ein einheitliches Verfahren zur Verfügung, um Gefahren und Risiken zu analysieren und darauf aufbauend ein kommunales Handlungskonzept zu erstellen.

### Zusammenfassung:

- *Starkregenereignisse treten vor allem in den warmen Monaten als **räumlich begrenzte und kurze, konvektive Niederschläge** mit hoher Intensität auf und sind sowohl hinsichtlich der Örtlichkeit ihres Auftretens als auch hinsichtlich ihrer Intensität kaum vorher-sagbar.*
- *Starkregen kann zu sturzflutartigen Überschwemmungen durch Oberflächenabfluss bzw. wild abfließendes Wasser (**pluviale Überflutung**) und zu ausufernden Gewässern (**flu-viale Überflutung**) führen.*
- *Aufgrund der Temperaturerhöhung infolge des **Klimawandels** kann auch in Bayern auf eine **Zunahme von extremen Regenfällen** geschlossen werden.*
- *Das **Sturzflut-Risikomanagement** kann **keinen vollständigen Schutz** vor allen möglichen Gefahren infolge von Starkregen und Sturzfluten gewährleisten. Ziel ist es mit Hilfe von vorausschauenden Betrachtungen **zielorientierte Vorsorge auf kommunaler und auch privater Ebene** zu ermöglichen. So soll das Risiko abgemindert und bestmöglich bewäl-tigt werden.*
- *Die **Grundsäulen des Sturzflut-Risikomanagements** sind die „**Überflutungsvor-sorge und Risikomanagement**“, die „**Wasser- und klimasensible Siedlungsentwicklung**“ sowie die „**Stärkung der Eigenvorsorge**“. Nur eine sinnvolle Kombination aller drei Grundsäulen führt zum Erfolg.*
- *Die **Kommunen haben eine Schlüsselrolle** in den Bereichen Vorsorge, Bewältigung und Wiederaufbau im Rahmen des Sturzflut-Risikomanagements.*

## 2 Rahmenbedingungen

Starkregenereignisse können sich auf unterschiedlichste Art auswirken und Schäden verur-sachen.

Hierbei spielt der Ursprung des Wassers eine wesentliche Rolle:

- Das Wasser kann aus Gewässern stammen, die nach Starkregen über die Ufer treten.
- Das Wasser kann im Falle einer Überlastung des Entwässerungssystems aus dem Ka-nalnetz austreten.
- Das Wasser auf Wegen oder Straßen kann aufgrund der Überlastung der Entwässe-rungssysteme nicht mehr aufgenommen werden.
- In den Außengebieten kann Wasser auf der Oberfläche als wild abfließendes Wasser auftreten und oberflächlich den Siedlungsraum oder Straßen oder befestigte Wege errei-chen.

Aus den oben genannten Herkunftsorten ergeben sich unterschiedliche Zuständigkeiten und damit verbundenen Pflichten für die beteiligten Akteure.

In der Praxis ist es jedoch oft schwierig, einen einzelnen, konkreten Herkunftsort einer Über-flutung infolge von Starkregen auszumachen, so dass die Verantwortlichkeiten häufig inei-nergreifen (Kommunal Agentur NRW 2015). Hierdurch wird einmal mehr deutlich, dass ein Sturzflut-Risikomanagement als kommunale Gemeinschaftsaufgabe zu verstehen ist, in der jeder Beteiligte – vom kommunalen Akteur bis zum betroffenen Bürger – Aufgaben über-nehmen muss.

Dieses Kapitel soll einen grundsätzlichen Überblick über die wesentlichen Aspekte, Aufga-ben und Grenzen der kommunalen Überflutungsvorsorge und dem darüberhinausgehenden Risikomanagement geben, sowie die Pflichten der Beteiligten aufzeigen. Weiterhin werden Aspekte zur wasser- und klimasensiblen Siedlungsentwicklung erläutert, da Maßnahmen aus beiden Grundsäulen häufig über mögliche Synergien verfügen und sich gegenseitig ergän-zen.

## 2.1 Aspekte der kommunalen Überflutungsvorsorge

### 2.1.1 Aufgaben der kommunalen Überflutungsvorsorge

Gesammelt von bebauten oder befestigten Flächen abfließendes Niederschlagswasser ist gemäß § 54 Abs. 1 WHG als Abwasser definiert. Der § 56 S. 1 WHG regelt hierzu weiterhin, dass das Abwasser von denjenigen juristischen Personen des öffentlichen Rechts zu beseitigen ist, die nach Landesrecht hierzu verpflichtet sind. Gemäß Art. 34 Abs.1 BayWG liegt die Abwasserbeseitigungspflicht in Bayern grundsätzlich bei den Gemeinden. Sie können unter bestimmten Voraussetzungen die Abwasserbeseitigungspflicht auf Dritte übertragen.

**Die Aufgabe des Abwasserpflichtigen im Rahmen der kommunalen Überflutungsvorsorge** liegt in der Bemessung der Kanalisation für eine Überstaufreiheit bei häufigen Niederschlagsereignissen und einer schadlosen Überflutung bei seltenen Ereignissen auf Grundlage der DIN EN 752 (DIN EN 752 2017) und DWA Arbeitsblatt 118 (DWA-A 118 2006) (aktuell in Überarbeitung).

Für den Nachweis der **Überstaufreiheit** sind im Regelwerk Wiederkehrzeiten von Regenergeignissen von 1-mal im Jahr bis zu 1-mal in 5 Jahren für den Bestand und bis zu 1-mal in 10 Jahren für den Neubau definiert. Die vorgenannten Wiederkehrzeiten finden im Regelfall nur im Bereich der Neuplanung Anwendung. Für bereits bestehende Entwässerungssysteme gilt die Mindestleistungsfähigkeit (überstaufreier Betrieb) mit abgestuften Überstauhäufigkeiten. Hierfür sind Wiederkehrzeiten von 1-mal in bis zu 5 Jahren vorgegeben. Durch den Nachweis der Überstaufreiheit wird ein „Entwässerungskomfort“ definiert, aber noch keine angemessene Überflutungsvorsorge gemäß den Vorgaben der DIN 752 erreicht.

Für die Überprüfung der **Sicherheit gegen Überflutung** bzw. einer kontrollierten schadlosen Überflutung (kanalinduzierte Überflutungen) ergeben sich nach DIN EN 752 Jährlichkeiten in Abhängigkeit einer Flächentypisierung nach sieben Auswirkungsklassen (sehr gering bis sehr stark) und betragen zwischen 1-mal in 10 Jahren (z. B. Straßen oder offene Flächen abseits von Gebäuden) bis 1-mal in 50 Jahren (kritische Infrastruktur). Im sich derzeit noch in der Bearbeitung befindlichen DWA Arbeitsblatt DWA-A 118 sollen künftig vier Schutzkategorien (gering bis sehr stark) hinsichtlich der Auswirkungen auf Mensch, Umwelt, Versorgung, Wirtschaft und Kultur (gering, z. B. ländliche Gebiete, bis sehr stark, z. B. Bereiche mit kritischer Infrastruktur) definiert werden, denen jeweils Überflutungshäufigkeiten sowie auch Überstauhäufigkeiten zugeordnet sind (Krieger 2021). Um eine ausreichende Überflutungsvorsorge sicherzustellen, ist eine alleinige Vergrößerung der Abfluss- und Rückhaltekapazitäten des technischen Entwässerungssystems nicht zielführend. Hierfür sind zusätzliche Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und auch weiterführende Maßnahmen zur schadensfreien Ableitung des Niederschlagswassers an der Oberfläche und zum gezielten Objektschutz erforderlich.

Tab. 3: Anforderungen an öffentliche Entwässerungssysteme für Regen- und Mischwasser (verändert nach (Krieger 2021))

Schutzkategorie für Mensch, Umwelt, Versorgung, Wirtschaft, Kultur	Auswirkungen auf Flächen und Objekte Zuordnung nach DIN EN 752, Tab. 3	Berichtsklassifizierung Beispielhafte Nutzung	Überstau- häufig- keit* 1mal in „n“ Jahren Bestand	Überstau- häufig- keit* 1mal in „n“ Jahren Neubau	Überflu- tungshäu- figkeit** 1mal in „n“ Jahren
<b>(1) gering</b>	sehr gering  gering	Bereiche, in denen das Wasser überwiegend schadlos und ohne Nutzungseinschränkungen auf der Oberfläche abfließen oder verbleiben kann z. B. ländliche Gebiete/Streu- siedlungen, Grün- und Freiflä- chen, Parks	1	2	10

(2) mäßig	gering bis mittel	Bereiche, in denen Überflutungen geringe bis mittlere Schäden oder Nutzungseinschränkungen verursachen können und die Sicherheit und Gesundheit nicht gefährden z. B. Wohn- und Mischgebiete mit Wohnbebauung und/oder Einzelhandel und Kleingewerbe ohne zu Wohn- oder Gewerbezwecken genutzte Untergeschosse	2	3	20
	mittel				
(3) stark	mittel bis stark	Bereiche in denen Überflutungen lokal zu größeren Schäden oder Nutzungseinschränkungen führen oder die Sicherheit und Gesundheit potenziell gefährden können z. B. Stadtzentren, Wohngebiete mit zu Wohn- oder Gewerbezwecken genutzten Untergeschossen, Gewerbe-/Industriegebiete, Verkehrswege und Flächen von besonderer Bedeutung, Tiefgaragen und verkehrstechnisch untergeordnete Straßenunterführungen	3	5	30
	stark				
(4) sehr stark	sehr stark	Bereiche in denen Überflutungen zu weitreichenden größeren Schäden oder Nutzungseinschränkungen führen oder die Sicherheit und Gesundheit akut gefährden können z. B. Bereiche mit kritischer Infrastruktur, Tiefbahnhof-Zugänge, oder verkehrstechnisch übergeordnete Infrastrukturen / Tiefgaragen.	5	10	50
<p>*) Kriterium zur Bemessung von Entwässerungssystemen: Wiederkehrhäufigkeit für einen Überstau des Kanalnetzes. Für diese Wiederkehrzeiten ist ein überstaufreier Betrieb zu gewährleisten.</p> <p>***) Maß für den Überflutungsschutz. Entspricht der Eintrittshäufigkeit von Überflutungen bei denen Schmutzwasser und/oder Niederschlagswasser aus einem Entwässerungssystem entweicht oder nicht in dieses eintreten kann und deshalb an der Oberfläche verbleibt oder in Gebäude eindringt.</p>					

Die Kommunen liefern damit im Zusammenspiel mit der Grundstücksentwässerung einen wesentlichen **Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge** (kommunale Überflutungsvorsorge), wobei das hierdurch leistbare Schutzniveau seine Grenzen bei außergewöhnlichen und extremen Starkregen hat, die über den Bemessungsvorgaben der Entwässerungsinfrastruktur liegen.

Nicht selten sehen die Geschädigten nach Überflutungen die Verantwortung bei den Abwasserbeseitigungspflichtigen. Tatsächlich haften die Kommune jedoch in der Regel nicht für diese Schäden, wenn es sich um ein seltenes, außergewöhnliches und extremes Starkregeneignis handelt und sich die Anlagen zum Zeitpunkt des Ereignisses in einem ordnungsgemäßen Zustand befunden haben.

### 2.1.2 Anpassung der Kanalisation an die veränderten Herausforderungen durch den Klimawandel

Zwar sind nach DIN EN 752 mögliche künftige Herausforderungen infolge der Auswirkungen des Klimawandels im Rahmen der Bemessung von Entwässerungssystemen in Betracht zu ziehen, allerdings liefern die vorhandenen Prognosen bislang keine belastbaren Aussagen

zur Quantifizierung. Daher stellt sich die Frage, wie auf diese Unsicherheiten im Bereich der Kanalnetzdimensionierung reagiert werden kann. Unsicherheits- und Sensitivitätsuntersuchungen müssen an Bedeutung gewinnen.

Fest steht zudem, dass eine alleinige Anpassung der bestehenden Entwässerungssysteme nicht zielführend ist. Vielmehr ist eine ganzheitliche Betrachtung der Siedlungsflächen im Zusammenspiel von Stadtplanung, Entwässerungsplanung und Krisenmanagement erforderlich. Dabei ist neben der „Niederschlagsjährlichkeit“ auch immer die tatsächliche Niederschlagshöhe der Bemessungslastfälle (Durchschnittsjahreswert in mm) zu betrachten.

### **Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Klimawandelfolgen bei der Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen in Bayern:**

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat hierfür im Merkblatt Nr. 4.3/1 (Stand 03/2019) (LfU 2019) „[Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen](#)“ folgende Hinweise zusammengefasst: „Bei der Dimensionierung von Abwasserkanälen können Kanalnetzbetreiber eine vorsorgende Berücksichtigung dieser Entwicklung (Anmerkung: Zunahme von Starkregen bedingt durch den Klimawandel) in Erwägung ziehen. Dazu wird empfohlen, sowohl bei der Neubemessung als auch bei der Überprüfung von bestehenden Anlagen die im Regelwerk genannten Wiederkehrzeiten von Bemessungsregen und Überstauereignissen angemessen zu erhöhen.“ Eine pauschale Erhöhung – vergleichbar zu Maßnahmen des Hochwasserschutzes, die für Abflüsse mit 100-jährlicher Wiederkehr dimensioniert werden – wird nicht vorrangig empfohlen. Um – ggfls. regional unterschiedliche – Auswirkungen des Klimawandels auf Starkregenereignisse zu berücksichtigen, wäre hier zunächst das Schutzniveau zu bestimmen, das erreicht werden soll.

Im Merkblatt werden Vorgehensweisen für eine über die allgemein anerkannten Regeln der Technik hinausgehende vorsorgende Berücksichtigung zunehmender Starkregenereignisse sowohl für Neuplanungen als auch für Bestandsanlagen empfohlen. Es werden zudem Orientierungswerte – abweichend vom Arbeitsblatt DWA-A 118 – angegeben. Hierdurch werden die ermittelten Spitzenabflüsse für Kanalbemessungen in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit, der Regendauer und der Region zwischen 10 und 49 % erhöht.

Es wird jedoch zudem ausdrücklich darauf hingewiesen, dass zur Bewältigung von seltenen, außergewöhnlichen und extremen Starkregenereignissen noch weitere Maßnahmen notwendig sind.

### **2.1.3 Rechtliche Einordnung von „wild abfließendem Wasser“**

Niederschlagswasser im Sinne des § 54 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 WHG liegt nur vor, wenn das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließt.

Fließen Niederschläge nicht aus dem Bereich von bebauten oder befestigten ab, so liegt danach kein Niederschlagswasser vor. Ebenfalls kein Niederschlagswasser im rechtlichen Sinn liegt vor, wenn Niederschläge zwar aus dem Bereich von bebauten und befestigten Flächen abfließen, jedoch kein sammeln erfolgt.

Unabhängig davon ist [Außengebietswasser](#), das einem Siedlungsgebiet zufließt, im Rahmen kommunalen Handelns grundsätzlich zu berücksichtigen (z. B. im Rahmen der Bauleitplanung).



#### 2.1.4 Abgrenzung der kommunalen Überflutungsvorsorge zum Sturzflut-Risikomanagement

Die Dimensionierung der Entwässerungssysteme richtet sich nach den oben beschriebenen technischen Richtlinien. Der von den Betreibern hierbei sicherzustellende Entwässerungskomfort (nachzuweisende Lastfälle) im Rahmen der Bemessung der Kanalisation ist jedoch begrenzt, so dass nicht alle denkbaren Niederschlagsereignisse oder gar sog. Katastrophenregen berücksichtigt werden. Der Dimensionierung und auch der späteren Anpassung von Entwässerungssystemen sind technische und auch wirtschaftliche Grenzen gesetzt.

Das DWA-M 119 (DWA-M 119 2016) enthält weiterführende Regeln zu den Fragen der kommunalen Überflutungsvorsorge. Im Fokus stehen systematische Analysen der Überflutungsgefährdung, des Schadenspotentials und letztlich des Überflutungsrisikos bei Starkregen, die auch deutlich über die Bemessungsgrenzen der Kanalisation hinausgehen. Die Regeln bilden die Grundlage für die kommunale Überflutungsvorsorge in Bezug auf Entwässerungssysteme und urbane Sturzfluten. (BBSR 2018)

Hinsichtlich der Abgrenzung zwischen den Aufgaben der kommunalen Überflutungsvorsorge und den Aufgaben des Starkregen- bzw. Sturzflut-Risikomanagements findet sich im DWA Merkblatt M 119 (2016) folgendes:

- Für den Belastungsbereich „**Bemessungsregen**“ wird der überstaufreie Betrieb als „Entwässerungskomfort durch das unterirdische Kanalisationsnetz – im Zusammenwirken mit Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung und Rückstausicherungen der Grundstücksentwässerung (DIN 1986-100) – sichergestellt.
- Überflutungsvorsorge im Bereich empfohlener Überflutungs-Wiederkehrzeiten kann für den Belastungsbereich „**seltene Starkregen**“ je nach lokalen Erfordernissen auch durch Maßnahmen zum Objektschutz erreicht werden. Diese Überflutungsvorsorge besteht auch, wenn aus der Kanalisation austretendes bzw. wegen deren Überlastung nicht eintretendes Wasser sich vorübergehend im Straßenraum ansammelt oder entsprechend dem Straßenlängsgefälle in unkritische Bereiche abfließt, ohne dass es zu tiefgreifenden Verkehrsbeeinträchtigungen oder schädlichem Übertritt des Wassers auf angrenzende Grundstücke kommt.
- Zur Schadensbegrenzung bei „**außergewöhnlichen Ereignissen**“ kommt in Ergänzung zur temporären Wasseransammlung auf geeigneten Frei- und Verkehrsflächen sowie zur schadenfreien Ableitung im Straßenraum dem gezielten Objektschutz im öffentlichen und privaten Bereich vorrangige Bedeutung zu. In aller Regel lassen sich Überflutungsschäden damit besonders wirkungsvoll und kosteneffizient reduzieren.

Auch bei Jährlichkeiten oberhalb des Bemessungsregens ist der Einfluss des Kanalsystems zumindest zu bewerten. Auch wenn die Kapazitätsgrenze bereits erreicht ist oder die Einläufe durch Treibgut verstopft sind und daher kein zusätzliches Wasser mehr aufgenommen werden kann, besteht die Möglichkeit, dass über das Kanalnetz Wasser in Bereiche transportiert wird und dort austritt, in die es auf oberirdischen Fließwegen nicht gelangen könnte. Die folgende Darstellung zeigt die Unterschiede und Übergangsbereiche zwischen kommunaler Überflutungsvorsorge und dem kommunalen Sturzflut-Risikomanagement.

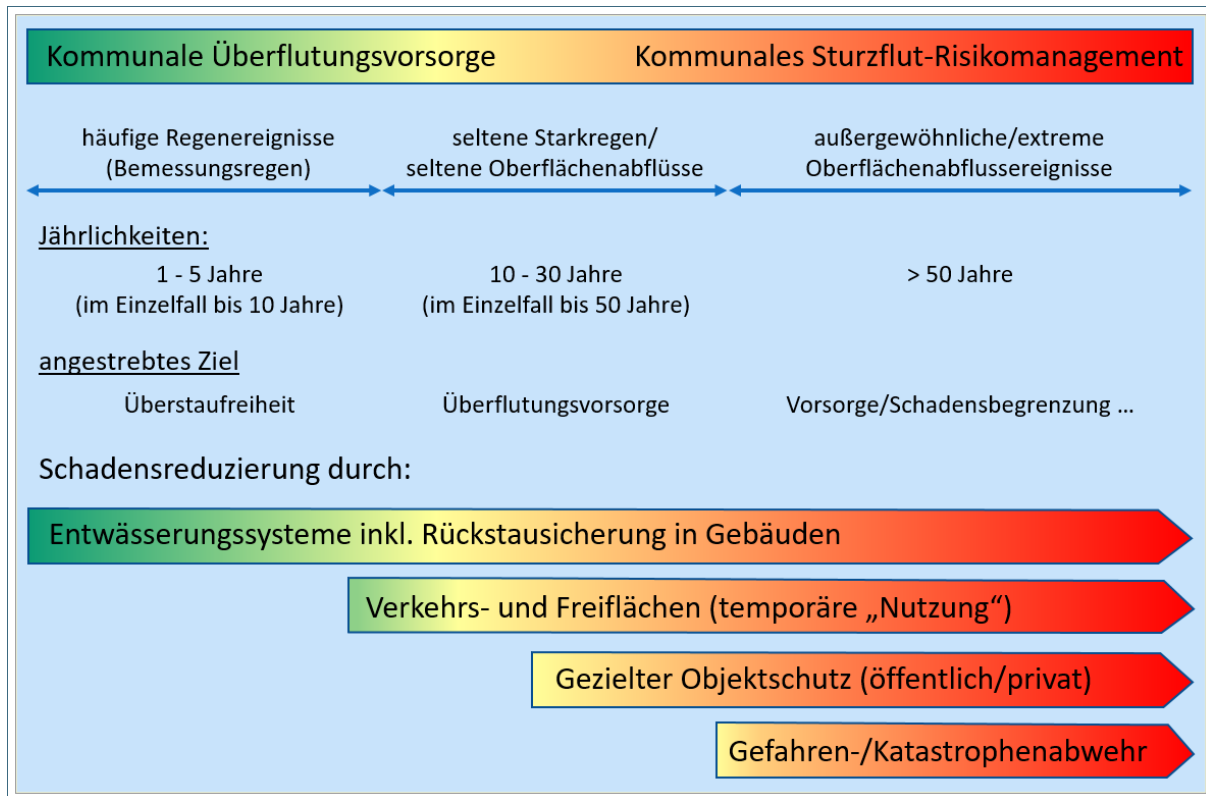


Abb. 14: Abgrenzung zwischen den Aufgaben der kommunalen Überflutungsvorsorge und denen des kommunalen Sturzflut-Risikomanagements (nach (LUBW 2016))

Hierdurch ist klar definiert, dass die **Kernaufgabe der kommunalen Überflutungsvorsorge** in der Bewältigung von häufigen (Bemessungsregen) bis hin zu seltenen Niederschlagsereignissen im Bereich der Wiederkehrzeiten von 1 bis 5 (10) bzw. 10 bis 30 (50) Jahren liegt. Hingegen sind sowohl **seltene als auch außergewöhnliche bzw. extreme Abflussereignisse**, welche durch Starkregenereignisse ausgelöst werden und deren Wiederkehrzeiten oberhalb der im Rahmen der kommunalen Überflutungsvorsorge definierten Jährlichkeiten liegen, Bestandteil des **kommunalen Sturzflut-Risikomanagements**.

## 2.2 Hochwasser- und Sturzflut-Risikomanagement

### 2.2.1 Hochwasserrisikomanagement gemäß EU-Richtlinie

Die europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) fordert von den Mitgliedstaaten die Bewertung von Überflutungsrisiken, die Erstellung von Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten, sowie die Umsetzung von Maßnahmen, um diese Risiken zu reduzieren. Die in der Richtlinie enthaltenen Regelungen wurden im März 2010 in deutsches und bayerisches Recht überführt. Hochwasserrisikomanagement ist demnach an Gewässern zu betreiben, für die ein signifikantes Hochwasserrisiko ermittelt wurde. Die Bundesländer haben sich darauf geeinigt, dass es sich bei pluvialen Überflutungen infolge von Starkregen um ein generelles Risiko handelt und daher keine Signifikanz im Sinne der EU-Richtlinie vorhanden ist. Zudem sind auch die meisten kleinen Gewässer nicht als Risikogewässer klassifiziert, was dazu führt, dass sie in der Regel im Hochwasserrisikomanagement unberücksichtigt bleiben. Von ca. 100.000 km Gewässernetz in Bayern sind ca. 8.400 km als Risikogewässer eingestuft. Rund 60 % der bayerischen Kommunen liegen an einem Risikogewässer und werden daher im Rahmen eines Risikodialogs durch die Wasserwirtschaftsämter am Hochwasserrisikomanagement beteiligt.

Für alle Risikogewässer werden durch die Wasserwirtschaftsverwaltung Hochwassergefahren- und -risikokarten für Hochwasser dieser Risikogewässer (fluviales Hochwasser) erstellt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass für den Großteil des bayerischen Gewässernetzes in der Regel solche entsprechenden Karten und Informationen nicht vorliegen.

Die Karten werden für verschiedene Hochwasserszenarien aufbereitet:

- **Häufiges Hochwasser:  $HQ_{\text{häufig}}$**   
Unter einem  $HQ_{\text{häufig}}$  wird ein Abfluss verstanden, der an einem Standort statistisch gesehen im Mittel alle 5 bis 20 Jahre auftritt, in der Regel ein  $HQ_{10}$ .
- **100-jährliches Hochwasser:  $HQ_{100}$**   
Ein 100-jährlicher Abfluss ( $HQ_{100}$ ) ist ein Abfluss, der an einem Standort im Mittel alle hundert Jahre überschritten wird. Ein  $HQ_{100}$  ist somit ein Hochwasserereignis einer Größenordnung, das statistisch gesehen alle 100 Jahre vorkommt. Da es sich um einen Mittelwert handelt, kann ein Hochwasserereignis mit diesem Abfluss innerhalb von 100 Jahren auch mehrfach auftreten.
- **Extremhochwasser:  $HQ_{\text{extrem}}$**   
Unter einem  $HQ_{\text{extrem}}$  wird ein Abfluss verstanden, der selten auftritt und zu deutlich höheren Wasserständen als ein  $HQ_{100}$  führt. Ein  $HQ_{\text{extrem}}$  entspricht in etwa einem  $HQ_{1000}$ .

Hochwassergefahrenkarten stellen überflutete Flächen und Wassertiefen dar. Hochwasserrisikokarten geben insbesondere Informationen über die Flächennutzung und die Anzahl der betroffenen Einwohner in den überschwemmten Gebieten.

Nach § 76 WHG werden Bereiche, in denen ein 100-jährliches Hochwasserereignis ( $HQ_{100}$ ) zu erwarten ist, amtlich per Verordnung als Überschwemmungsgebiete festgesetzt. Die Kommunen sind verpflichtet, diese in der Bauleitplanung zu beachten. Die vom Hochwasser betroffenen Flächen sind in den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen (BauGB §5, 9) grundsätzlich von Bebauung freizuhalten. Dabei geht es darum, zukünftige Schäden und Risiken für Leib und Leben durch Hochwasser zu minimieren.

### **UmweltAtlas Bayern:**

Die jeweils aktuellen Informationen zu den Hochwassergefahren und -risiken an einem Standort sind im Themenbereich Naturgefahren des [UmweltAtlas Bayern](#) veröffentlicht.

## **2.2.2 Rechtliche Folgen des Sturzflut-Risikomanagement**

### **Gewässer, die nicht als Risikogewässer klassifiziert sind:**

Auch entlang von Gewässern, die nicht als Risikogewässer klassifiziert sind und für die bisher keine Hochwassergefahren- und -risikokarten erstellt wurden, können Hochwassergefahren vorhanden sein. Das kommunale Sturzflut-Risikomanagement eröffnet die Möglichkeit, Gefahren und Risiken durch pluviale Überflutungen und Hochwasser entlang kleinerer Gewässer zu ermitteln und ein zielgerichtetes Risikomanagement zu initiieren.

Das Sturzflut-Risikomanagement ist als eine vom Hochwasserrisikomanagement nach HWRM-RL unabhängige, eigenständige Aufgabe, bei der den Kommunen besondere Bedeutung zukommt. Folglich besteht die Möglichkeit, dass Hochwasser- und Sturzflut-Risikomanagement parallel auf dem Gebiet einer Kommune betrieben werden. Zu Überschneidungen kommt es dann, wenn ein Risikogewässer gemäß HWRM-RL ein Betrachtungsgebiet des Sturzflut-Risikomanagements durchfließt oder angrenzt. Im Ergebnis können dann für ein und dieselbe Örtlichkeit unterschiedliche, sich jedoch ergänzende, Kartenwerken zu verschiedenen Hochwasserarten (fluvial und pluvial) und zu verschiedenen Lastfällen vorliegen.

Für pluvialen Überflutungsflächen existiert keine rechtliche Pflicht und keine Möglichkeit der Festsetzung als Überschwemmungsgebiet gemäß § 76 Abs. 2 WHG, die mit den Rechtsfolgen des § 78 WHG verbunden wären.



Werden fluviale Hochwässer an Gewässer dritter Ordnung im Rahmen des kommunalen Sturzflut-Risikomanagements betrachtet, so besteht grundsätzlich für die Kommune die Möglichkeit, die berechneten Überflutungsflächen als Überschwemmungsgebiete nach § 76 Abs. 2 WHG festsetzen zu lassen. Siehe hierzu auch Kapitel 4.2.2.

### 2.3 Aspekte der Eigenvorsorge

Wettereinflüsse sind Teil des allgemeinen Lebensrisikos, dem jeder ausgesetzt ist. Dennoch werden von Betroffenen häufig „leistungsstärkere Kanäle“ als erste Reaktion auf entstandene Schäden infolge von Starkregenereignissen gefordert. Vielen ist nicht bewusst, dass aus technischen und aus wirtschaftlichen Gründen Entwässerungssysteme nicht ausgebaut werden können, um bei seltenen oder gar außergewöhnlichen Niederschlagsereignissen das gesamte Wasser schadlos abführen zu können. Auch wird häufig verkannt, dass weder der Staat noch die Kommune für Schäden verantwortlich sind, solange kein (schuldhafter) Verstoß gegen ihre Pflichten im Rahmen der Abwasserbeseitigung (Kapitel 2.1.1) bzw. des Hochwasserschutzes (Kapitel 0) vorliegen.

Auch ist zumeist nicht bekannt, dass der Grundstückseigentümer sich nicht nur vor dem Wasser, das auf dem eigenen Grundstück anfällt, sondern auch vor dem Wasser, was dem Grundstück zufließt, schützen muss. Unabhängig davon obliegt jeder Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, eine allgemeine Sorgfaltspflicht.

Daher ist es von großer Relevanz, die Bürger auf ihre Verpflichtung aufmerksam zu machen, sich selbstständig gegen die Auswirkungen von Naturkatastrophen zu schützen und auf diese Weise Schäden aus Starkregen- oder Sturzflutereignissen zu vermeiden oder zu vermindern.

#### **Eine allgemeine Sorgfaltspflicht ergibt sich aus § 5 Abs. 2 WHG:**

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

Grundsätzlich gilt: Nachhaltiges Sturzflut-Risikomanagement kann nur durch die Kombination verschiedener Vorsorgemaßnahmen aller Akteure, inklusive der potentiell Betroffenen, umgesetzt werden.

Damit Bürgerinnen und Bürger die möglichen Gefahren durch Starkregen erkennen, spielt die Kommunikation der Gefährdung (z. B. durch Veröffentlichung der Gefahrenkarten) eine entscheidende Rolle. Wichtig ist, ein Bewusstsein für Gefahren und möglichen Schäden, aber auch für Maßnahmen im Rahmen der Eigenvorsorge zu schaffen. Der Kommune kommt hier eine wichtige Rolle bei der Information der Bürgerinnen und Bürger zu. Es ist daher sinnvoll, regelmäßig in geeigneter Weise, z. B. auf Internetseiten oder Hauswurfsendung, auf die Notwendigkeit und auch die Möglichkeiten der Eigenvorsorge hinzuweisen und Informationsmaterial und Beratungsangebote zur Verfügung zu stellen oder auf solche zu verweisen. Es sollte vor allem auch deutlich werden, dass Eigenvorsorge nicht nur den reinen Objektschutz umfasst, sondern vielmehr eine Vielzahl von ineinandergreifenden Maßnahmen beinhaltet, die von Informationsbeschaffung bis hin zu Verhaltensregeln und Versicherungsschutz reichen.

Auf folgende wichtige Maßnahmen zur Eigenvorsorge sollten die Bürger hingewiesen werden:

## Einholen von Informationen

Selbstverantwortliches Einholen von Informationen, die durch Kommunen und öffentliche Institutionen zur Verfügung gestellt werden, z. B. lokale Starkregengefahrenkarten, Warnmeldungen, Vorhersagewerte. Erste Anlaufstellen zur Information sind:

- Hochwasser Info Bayern: [www.hochwasserinfo.bayern.de](http://www.hochwasserinfo.bayern.de)
- UmweltAtlas Bayern: [www.umweltatlas.bayern.de/naturgefahren](http://www.umweltatlas.bayern.de/naturgefahren)

Hinweise zu Informationssystemen könnten beispielsweise auf der Internetseite der Kommunen erscheinen. Folgende Medien/Apps sind derzeit außerdem empfehlenswert:

Tab. 4: Tipps zum Einholen von Informationen rund um das Wettergeschehen

<b>Apps/Medien</b>	<b>Link</b>
<b>WarnWetter:</b> Wetterwarnungen und –Informationen d vom DWD	<a href="http://www.dwd.de">www.dwd.de</a>
Webseite des „Hochwassernachrichtendienst Bayern	<a href="http://www.hnd.bayern.de">www.hnd.bayern.de</a>
<b>Mein-Pegel:</b> Pegelinformationen und Warnungen von der Hochwasserzentrale	<a href="http://www.hochwasserzentralen.info">www.hochwasserzentralen.info</a>
<b>NINA</b> vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe	<a href="http://www.bbk.bund.de">www.bbk.bund.de</a>
<b>KATWARN</b> der öffentlichen Versicherer	<a href="http://www.katwarn.de">www.katwarn.de</a>

**Tipp:** Über Warn-Apps besteht die Möglichkeit eine Warnung sowohl vor steigenden Flusspegeln als auch vor Unwettern wie Starkregen auf dem Smartphone oder Tablet zu erhalten. NINA und KATWARN warnen neben Wetter und Hochwasser auch vor weiteren Gefahren und Einschränkungen. Beide Apps sind zurzeit nicht in ganz Deutschland verfügbar.

## Versichern gegen Elementarschäden

Obwohl Bayern statistisch gesehen sehr häufig von Starkregentagen betroffen ist, zeigt eine Auswertung des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV 2021), dass nur 36 % der Gebäude in Bayern gegen Naturgefahren (Elementarschäden) versichert sind. Damit liegt Bayern sogar noch unter dem deutschen Durchschnitt, der bei ca. 45 % liegt. Im Übrigen sollte nicht nur das Gebäude gegen Naturkatastrophen versichert sein, auch der sich im Gebäude befindende Hausrat sollte mit einer entsprechenden Versicherung abgesichert werden.

## Objektschutz

Eigenverantwortliches Umsetzen von Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung von Schäden aus Starkregenereignissen, insbesondere durch Objektschutz.

Obligatorisch ist eine Vorrichtung zum Verhindern von Schäden durch den Rückstau aus dem Kanal (Rückstausicherung, Hebeanlage), die regelmäßig geprüft werden sollte. Der Grundstückseigentümer muss selbst dafür Sorge tragen, dass das Abwasser nicht durch Rückstau aus der Entwässerungseinrichtung in das Gebäude eindringt und Schäden verursacht. Zum weitergehenden Objektschutz gehört, auch oberflächlich zufließendes Wasser durch geeignete Maßnahmen vor dem Eindringen in ein Gebäude zu hindern. Hierzu zählen z. B. erhöhte Lichtschächte und Gebäudeöffnungen, wasserdichte oder keine Kellerfenster und -türen, Barrieren und kleinräumige Notwasserwege. Bei der Planung von Objektschutzmaßnahmen sollten unbedingt - sofern vorhanden - Gefahrenkarten berücksichtigt werden, da hier wichtige Informationen z. B. zum Wasserstand zu finden sind. Gegebenenfalls können auch konkrete Hinweise zur Dimensionierung gegenüber Grundstücks- bzw. Hauseigentümern auf Basis der erarbeiteten Schutzziele (siehe hierzu Kapitel 4.3.4) ausgesprochen werden (z. B. „Durch wirksame Objektschutzmaßnahmen sollte das Eindringen von Wasser

bis zu einer Höhe von mindestens 25 cm über anstehendem Gelände verhindert werden“). In jedem Fall sind auch Risikoabwägungen (Schadenspotential versus Kosten der Schutzmaßnahmen) zu treffen. In vielen Fällen wird sich Objektschutzmaßnahmen zudem an konstruktiven Randbedingungen orientieren müssen.

### **Wassersensible Grundstücksgestaltung**

Grundstückseigentümer sollten dazu motiviert werden, möglichst wenige Flächen ihrer Grundstücke zu versiegeln, denn die Versiegelung von Böden, sei es durch Befestigung (z. B. mit Pflaster, Beton oder Asphalt) oder durch Bebauung, erhöht den Anteil des Niederschlages, der zum Abfluss kommt. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, können Maßnahmen zur Entsiegelung (z. B. durch Verwendung wasserdurchlässiger Befestigungen, wie Rausengittersteine, wassergebundene Beläge oder versickerungsfähiges Pflaster), zum Regenwasserrückhalt (z.B. durch Zisternen, Gründächer, Mulden) einen Beitrag zur Überflutungsvorsorge leisten, da sie auf diese Weise weniger Abfluss generieren und hierdurch die Entwässerungssysteme entlasten. Neben dem geringeren Oberflächenabfluss kommt ein kühlender Effekt von Begrünung bei Hitzeperioden hinzu. Damit liefern die Maßnahmen auch einen wichtigen Beitrag zur wasser- und klimasensiblen Siedlungsgestaltung der ganzen Kommune. Wirksame Instrumente zur Umsetzung sind u.a. die Einführung einer getrennten Gebühr für Schmutz- und Niederschlagswasser, Vorgaben in den Bebauungsplänen und in Freiflächengestaltungssatzungen oder auch kommunale Förderprogramme.

### **Verhaltensregeln**

Verhaltensregeln können sowohl Hinweise sein, wie Kellerräume angepasst oder genutzt werden (z. B. keine Holz- oder Teppichböden, keine Gefahrstoffe lagern, Heizöltanks schützen oder in anderen Geschossen unterbringen) aber auch Verhaltensregeln im Ereignisfall (Kellerräume und Tiefgaragen meiden, Hinweise auf durch Wasserdruck versperrte Türen, Umgang mit Personen im Umfeld, die sich nicht selbst helfen können etc.).

## Informationsmaterial und -Plattformen zur Eigenvorsorge

### Informationen für Bürgerinnen und Bürger:

[Fit für den Ernstfall \(Broschüre zu Hochwasser und Starkregen\)](#) (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

["Wann trifft uns das Wasser? Hochwasser- und Starkregenrisiken gemeinsam reduzieren"](#) (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz)

[„Leitfaden Starkregen: Objektschutz und bauliche Vorsorge: Bürgerbroschüre“](#) (Leitfaden Starkregen: Objektschutz und bauliche Vorsorge: Bürgerbroschüre)

[„Schutz vor Kellerüberflutung“](#) (Stadt Karlsruhe)

[„Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen“](#) (Katastrophenschutz & Checkliste – Bundesamt für Bevölkerungsschutz)

[„Land unter... Schäden durch Überschwemmung richtig vorbeugen und versichern“](#) (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.)

### Informationsportale zu aktuellen Meldungen, Wetterwarnungen sowie weitere Infos rund um Hochwasser:

[Hochwasser.Info.Bayern](#) (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz)

[NATURGEFAHREN BAYERN](#) (Bayerische Staatsregierung)

## 2.4 Aspekte zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung

In den letzten Jahrzehnten wurden immer mehr Flächen versiegelt, um Verkehrswege, Wohn-, und Gewerbeflächen zu schaffen. Diese Veränderungen haben Einfluss auf den natürlichen Wasserkreislauf, denn das Niederschlagswasser kann auf den zumeist undurchlässig gestalteten Flächen nicht mehr versickern und muss oberflächlich abfließen bzw. über die Kanalisation abgeleitet werden. Hierdurch wird nicht nur die Entstehung von Überflutungen und Hochwasser beschleunigt, sondern auch der lokale Wasserhaushalt deutlich beeinträchtigt, denn weniger Wasser kann verdunsten oder durch Versickerung zu einer Neubildung von Grundwasser beitragen. Gleichzeitig werden im besiedelten Bereich immer höhere Temperaturen gemessen und die Hitzebelastung der Bevölkerung nimmt zu.

Um Städte und Kommunen in Zukunft lebenswert und attraktiv zu gestalten, müssen

- Schäden durch Überflutungen gemildert,
- Hitzebelastungen verringert,
- Wasser für Dürrezeiten und zur Bewässerung von Pflanzen gespeichert und
- die Artenvielfalt und Biodiversität erhöht werden.

All dies kann erreicht werden, wenn neben den Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge im Sinne des Risikomanagements auch eine klimaangepasste Siedlungs- und Freiraumgestaltung etabliert wird, die eben nicht mehr eine möglichst schnelle Ableitung des Niederschlagswassers bezweckt, sondern das Ziel verfolgt, das Regenwasser möglichst ortsnah zu versickern, zu verdunsten oder zu nutzen. Auf diese Weise kann das Leitbild einer "wassersensiblen Siedlungsentwicklung" oder „Schwammstadt“ („Sponge City“) (Abb. 15) mit dem Ziel umgesetzt werden, dem natürlichen Wasserhaushalt auch in besiedelten Bereichen möglichst nahe zu kommen (Abb. 16).

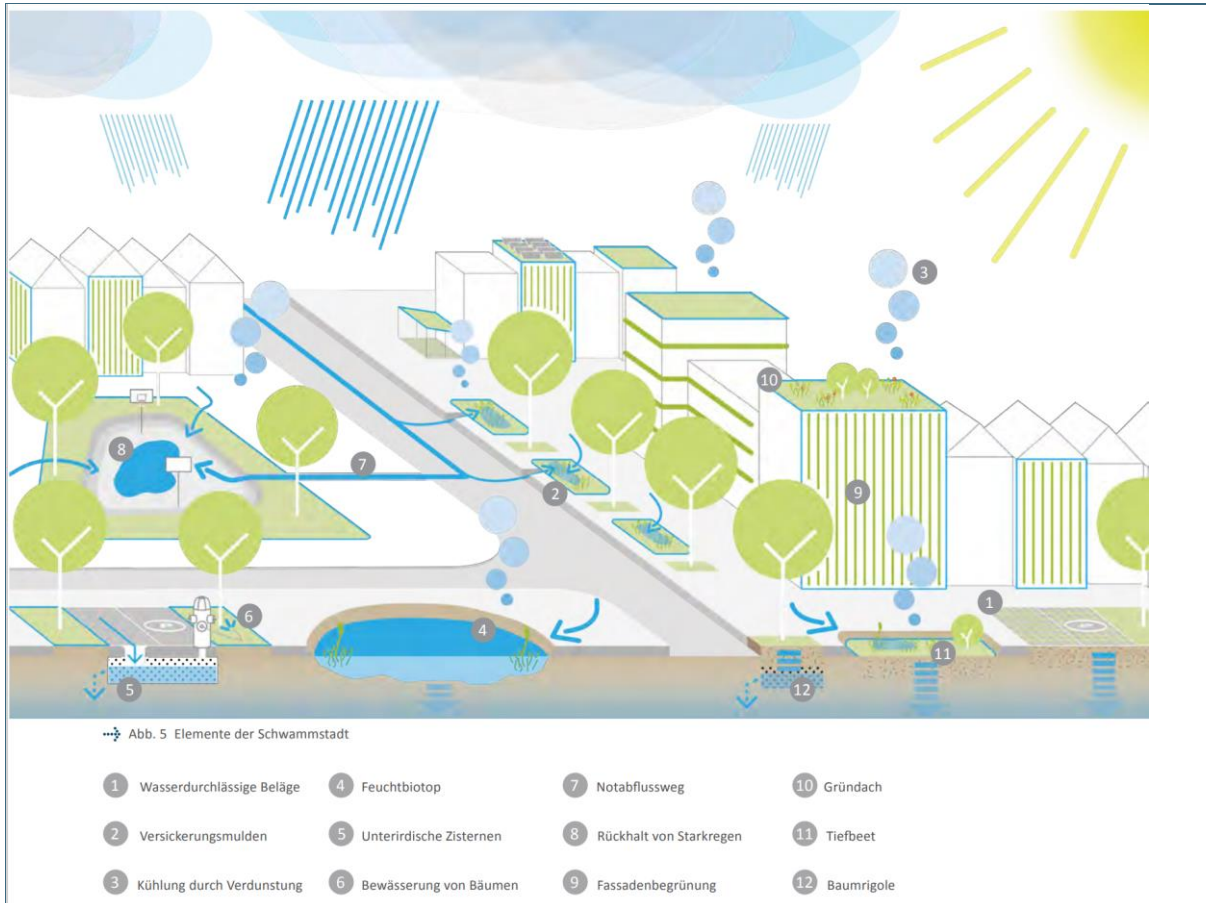


Abb. 15: : Elemente einer wassersensiblen Siedlungsentwicklung. 1 (StMUV 2020)

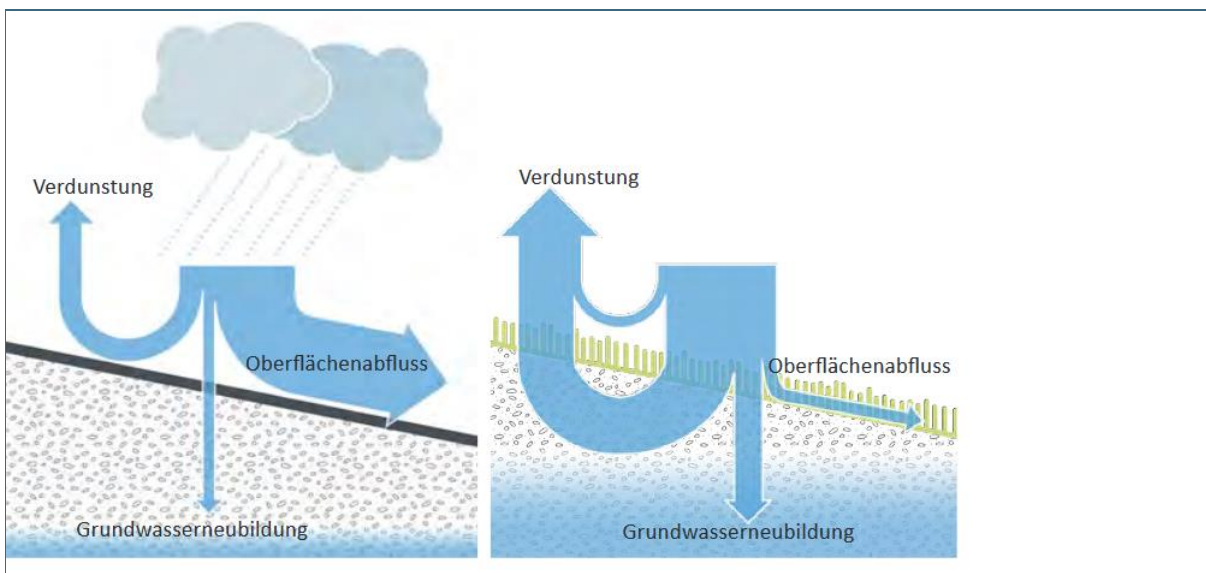


Abb. 16: Wege des Niederschlags auf versiegeltem Untergrund (links) und auf einem natürlichen bewachsenen Boden (rechts) (StMUV 2020)

Zur Umsetzung müssen Lösungen gefunden werden, welche die Anforderungen des urbanen Wassermanagements mit den städtebaulichen Anforderungen vereinen und damit multifunktionale, also auch durch die Bevölkerung nutzbare, attraktive Freiräume entwickeln.



Um dies zu erreichen, gilt es, die Oberfläche nach dem Prinzip der wassersensiblen Siedlung umzugestalten und auf diese Weise das anfallende Niederschlagswasser durch die Reduzierung versiegelter Flächen und eine Erhöhung des Grünanteils wie in einem Schwamm zu speichern und in Hitzeperioden wieder abzugeben oder aber in multifunktional genutzten Flächen „zwischenzuspeichern“. Hier bedarf es einer interdisziplinären Zusammenarbeit von z. B. Stadtentwässerung, Grünflächenplanung, Bauleit- und Landschaftsplanung, so dass die gesamtstädtischen und teilräumlichen Überflutungs- und Hitzevorsorgekonzepte mit den verschiedenen Planungsebenen der Stadt-, Verkehrs- und Landschaftsplanung eng verzahnt werden (Stockmann 2013).

Insbesondere sollten sogenannte vorbeugende „no regret“-Maßnahmen ergriffen werden, welche auch dann nicht bereut werden, wenn die Vorhersagen zum Klimawandel und zur künftigen Häufung der Extremereignisse so nicht eintreffen. Hierzu zählt z. B. die Aufwertung des Ortsbildes durch Entsiegelung und Begrünung, die Schaffung natürlicher Retentionsräume oder auch die Renaturierung kleiner Bachläufe in der Stadt zur Verbesserung der natürlichen Entwässerung.

Auch der Straßenplanung kommt eine wichtige Rolle zu, da Straßen zumeist innerhalb des Siedlungsgebietes bei Starkregen die Hauptabflusspfade des Oberflächenwassers bilden. Der Straßenraum stellt somit eine wesentliche Struktur zur Wasserableitung und zeitweisen Wasserspeicherung dar (Illgen 2019).

Folgende Maßnahmen tragen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung besonders bei:

- Entsiegelung befestigter Flächen
- Gebäudebegrünung
- Dezentrale Versickerung
- Offene Ableitung und Notentwässerung
- (Multifunktionale) Rückhalteflächen
- Reaktivierung von Gräben und Fließgewässern
- Regenwasserspeicherung und -nutzung

Die folgende Grafik (Abb. 17) zeigt nochmals die Zusammenhänge, die es in einer wassersensiblen Siedlungsentwicklung hinsichtlich integrierter Infrastruktur-, Freiraum- und Gewässerplanung zu berücksichtigen gilt.

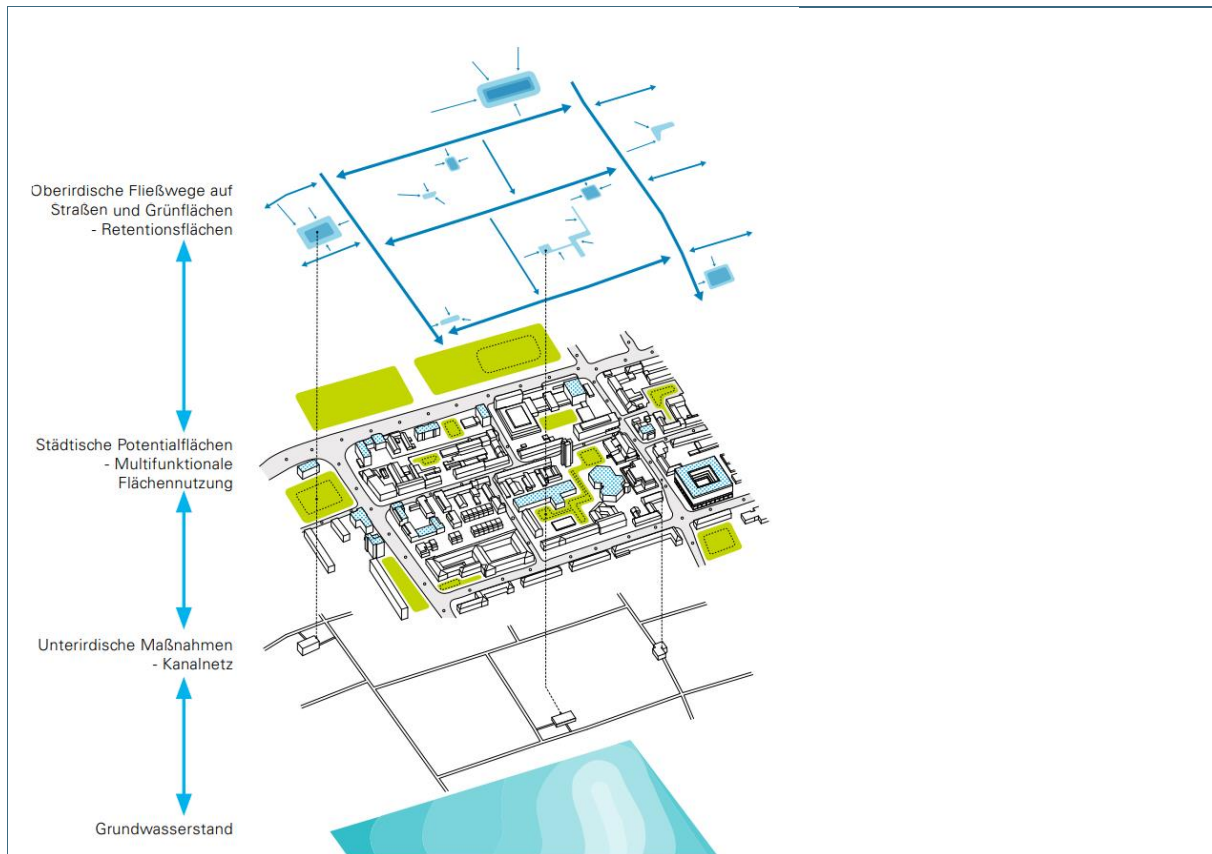


Abb. 17: Regenwasserkonzept mit integrierter Infrastruktur-, Freiraum- und Gewässerplanung im Sinne einer wassersensiblen und klimagerechten Siedlungsentwicklung (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg 2018)

### Tipp:

Nur eine umfassende „blau-grüne“ Infrastruktur mit einer Vielzahl von Elementen und Maßnahmen, die sich wirksam ergänzen und den weitgehenden Erhalt des naturnahen Wasserhaushalts berücksichtigen, kann eine wirkungsvolle und nachhaltige Anpassung an die Folgen des Klimawandels leisten und Maßnahmen der Starkregenvorsorge unterstützen.

Wie eine blau-grüne Infrastruktur in Siedlungsbereichen umgesetzt werden kann, ist im Leitfaden „Wassersensible Siedlungsentwicklung – Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern“ (Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)) (StMUV 2020) und in der Arbeitshilfe „Instrumente zur Klimaanpassung vor Ort“ (StMUV 2021) beschrieben.

## 2.5 Aspekte zum Sturzflut-Risikomanagement und zur Klimaanpassung in der Bauleitplanung

Der Grundgedanke, die Belange der Klimaanpassung bei der künftigen Siedlungsentwicklung zu berücksichtigen und damit die Resilienz gegenüber Extremereignissen zu verbessern, ist bereits seit 2011 im Baugesetzbuch verankert:

**§ 1 Abs. 5 BauGB:** Die Bauleitpläne sollen eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung unter Berücksichtigung der Wohnbedürfnisse der Bevölkerung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln, den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln. Hierzu soll die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen.

Nach § 1a Abs. 5 BauGB ist weiterhin neben dem Klimaschutz auch die Klimaanpassung im Rahmen der Stadtentwicklung zu fördern. Damit ergeben sich direkt Planungsgrundsätze im Rahmen der Bauleitplanung. Neben der Anpassung an Veränderungen des Stadtklimas (insbesondere Zunahme an Hitzetagen) fällt hierunter auch die Anpassung an die zunehmende Anzahl an Starkregenereignissen. Sowohl Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch solche zur Klimaanpassung sind abwägungserhebliche Belange bei der Aufstellung und Änderung der Bauleitpläne (§ 1 Absatz 7 BauGB).

Kommunales Sturzflut-Risikomanagement sollte daher in der Bauleitplanung integriert sein. Denn mit vorausschauender und nachhaltiger baulicher Entwicklung kann eine Kommune einen wesentlichen Einfluss auf die Gefährdungssituation in Siedlungsbereichen nehmen.

„Von einer nachhaltigen Bauleitplanung kann gesprochen werden, wenn insbesondere Leib und Leben nicht gefährdet sind, Sachschäden mit angemessenem Aufwand verringert werden, die Hochwassersituation nicht verschärft wird, zukünftige Hochwasserschutzmaßnahmen nicht erschwert werden und wenn die darüber hinaus verbleibenden Risiken von den Bauherren (oder zukünftigen Nutzern) „alleine“ getragen werden können, d. h. wenn die Bauherren durch entsprechende Eigenvorsorge und Versicherungsschutz im Schadensfall auch ohne staatliche oder kommunale Hilfsgelder zurechtkommen. Neben Schäden durch Flusshochwasser und Starkregen können oft mit einfachen Mitteln im Rahmen der Bauleitplanung auch zukünftige Schäden durch hohe Grundwasserstände reduziert werden. Darüber hinaus ergeben sich teils bei Maßnahmen, welche vor Starkregen schützen, auch Synergien, um das Stadtklima in Hitzeperioden zu verbessern.“ (StMUV 2019)

Einige Hinweise zu Elementen und Maßnahmen im Kontext des Sturzflut-Risikomanagement und der wassersensiblen Siedlungsentwicklung, die durch die Kommune auf weiteren Planungsebenen eingebracht werden können, finden sich in den folgenden Kapiteln.

## Regionalplan

Anpassungsstrategien und -maßnahmen sind neben der örtlichen Ebene vielfach in einen überörtlichen, regionalen Rahmen einzubinden und sollten dann auf einer überörtlichen Handlungsebene entwickelt und umgesetzt werden. Die Regionalplanung, die als Bindeglied zwischen unterschiedlichen Ebenen, (Fach-)Ressorts sowie öffentlichen und privaten Akteuren fungiert, ist daher für die Entwicklung und Umsetzung regionaler Handlungsstrategien prädestiniert.

Im Projekt KlimREG wurde gemeinsam mit drei Praxistest-Regionen eine Handlungsanleitung zur Erstellung eines klimawandelgerechten Regionalplans entwickelt und getestet. Die Ergebnisse des Vorhabens können in der BMVI-Online-Publikation Nr. 02/2017 [„KlimREG Klimawandelgerechter Regionalplan“](#) eingesehen werden.

## Flächennutzungsplan

Im Flächennutzungsplan wird das städtebauliche und räumliche Entwicklungskonzept einer Kommune festgelegt. Flächen, die besonderen Naturgefahren ausgesetzt sind und hierdurch entsprechende bauliche Sicherungsmaßnahmen erfordern, sollten im Flächennutzungsplan



gekennzeichnet werden (§ 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB). Eingeschlossen sind hierbei auch Flächen, die durch Überschwemmungen oder Oberflächenabfluss gefährdet sind, wobei sich diese Kennzeichnungspflicht neben Bauflächen auch auf andere Flächen wie z. B. Verkehrsflächen bezieht. Zur Identifikation dieser Flächen sollen die Ergebnisse der Gefahrenermittlung des Sturzflut-Risikomanagements herangezogen werden. Weiterhin können nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB die Wasserflächen und für die Wasserwirtschaft vorgesehene Flächen, sowie Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind, gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung im Flächennutzungsplan soll die Eigentümer und Nutzer frühzeitig auf die bestehende Gefährdung durch Überflutungen infolge von Starkregen aufmerksam machen. (LUBW 2016)

## Bebauungsplan

Bebauungspläne sollen eine geordnete städtebauliche Entwicklung gewährleisten und regeln für Bereiche innerhalb einer Kommune insbesondere die zulässige Art der Nutzung, das Maß und die Anordnung der Bebauung auf den Grundstücken, die Erschließung und die Grünordnung. Zwischen dem Flächennutzungsplan und dem Bebauungsplan dürfen keine wesentlichen inhaltlichen Differenzen bestehen. In den Bebauungsplänen können verschiedene Festlegungen gemacht werden, um der Gefahr durch Starkregen und den ermittelten Gefahrenflächen Rechnung zu tragen. Der § 9 BauGB bietet den Kommunen mittlerweile umfangreiche Möglichkeiten in ihren Bebauungsplänen wirkungsvolle und gleichermaßen angemessene Maßnahmen zur Risikoreduktion auf den Weg zu bringen.

### Hinweise zur Berücksichtigung von Hochwasser und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung:

In der **Arbeitshilfe „Hochwasser- und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung“** des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr findet sich eine pragmatische Anleitung für Kommunen und deren Planer zur Berücksichtigung der Hochwasser- und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung.

Eine Zusammenstellung der Festsetzungsmöglichkeiten im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung sowie auch verschiedene Umsetzungsbeispiele finden sich im **Leitfaden „Wassersensible Siedlungsentwicklung – Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimangepasstes Regenwassermanagement in Bayern.“** (Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)) (StMUV 2020).

### Beispiele für sinnvolle Festlegungen im Rahmen der Bauleitplanung

Festlegung der Rohfußbodenoberkante des Erdgeschosses der Gebäude auf mindestens xx cm über Fahrbahnoberkante/ über Gelände mit Angabe von Kote(n) im Plan und notwendigen Bezugshöhen.

Hinweise zur konstruktiven Gestaltung von Tiefgaragenzufahrten, sodass infolge von Starkregen auf der Straße oberflächlich abfließendes Wasser nicht eindringen kann.

Vorgaben zu geeigneten Schutzvorkehrungen (z. B. Hebeanlagen oder Rückschlagklappen) als Schutz vor eindringendem Abwasser aus der Kanalisation in tiefliegende Räume.

Hinweise zur Gestaltung von Gebäuden, die aufgrund der Hanglage ins Gelände einschneiden, sodass infolge von Starkregen oberflächlich abfließendes Wasser (bis xx cm) nicht eindringen kann.

### **Zusammenfassung: 2 Rahmenbedingungen**

- Im Rahmen der kommunalen Überflutungsvorsorge leisten die Kommunen gemeinsam mit der Grundstücksentwässerung einen wesentlichen **Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge**. Die Kernaufgabe der kommunalen Überflutungsvorsorge ist die **Bewältigung von häufigen (Bemessungsregen) bis hin zu seltenen Niederschlagsereignissen** im Bereich der Wiederkehrzeiten von 1 bis 5 (10) bzw. 10 bis 30 (50) Jahren.
- Das Schutzniveau der **kommunalen Überflutungsvorsorge** hat seine **Grenzen bei außergewöhnlichen und extremen Starkregen**, die über den Bemessungsvorgaben der Entwässerungsinfrastruktur liegen.
- Eine alleinige Anpassung der bestehenden **Entwässerungssysteme**, um Starkregen- und Sturzfluten zu begegnen, ist weder aus wirtschaftlicher noch aus technischer Sicht möglich.
- **Starkregenereignisse**, deren Wiederkehrzeiten oberhalb der in der kommunalen Überflutungsvorsorge definierten Jährlichkeiten liegen, sind Bestandteil des **kommunalen und privaten Sturzflut-Risikomanagements**.
- Von ca. 100.000 km Gewässernetz in Bayern sind nur ca. **8.400 km als Risikogewässer** klassifiziert. Für diese werden durch die Wasserwirtschaftsverwaltung **Hochwassergefahren- und -risikokarten** (mit Überschwemmungsgebieten) erstellt.
- Auch entlang von Gewässern, die **nicht als Risikogewässer** klassifiziert sind und für die bisher keine Hochwassergefahren- und -risikokarten erstellt wurden, **sind Hochwassergefahren vorhanden**.
- Unabhängig von Gewässern **können nahezu überall pluviale Überflutungen infolge von Starkregen** auftreten.
- **Jede Person**, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist verpflichtet, im Rahmen ihrer Möglichkeiten geeignete **Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren oder Schadenminderung** zu treffen.
- Künftig sollte das Leitbild einer "**wassersensiblen Siedlungsentwicklung**" als wichtiges Kriterium in allen Planungsprozessen berücksichtigt werden. Eine „**blau-grüne**“ **Infrastruktur** mit einer Vielzahl von Elementen und Maßnahmen kann einen wirkungsvollen und nachhaltigen Beitrag zur Vorsorge leisten.
- Das kommunale Sturzflut-Risikomanagement soll in allen Ebenen der **Bauleitplanung** integriert sein, da eine Kommune mit vorrausschauender baulicher Entwicklung einen wesentlichen Einfluss auf die Gefährdungssituation in Siedlungsbereichen nehmen kann.

## **3 Übergeordnete Zielsetzung und Festlegung der Bausteine des integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement**

### **3.1 Übersicht über die Bausteine des integralen Konzeptes**

Die Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Sturzflut-Risikomanagements lässt sich in fünf Bausteine gliedern:

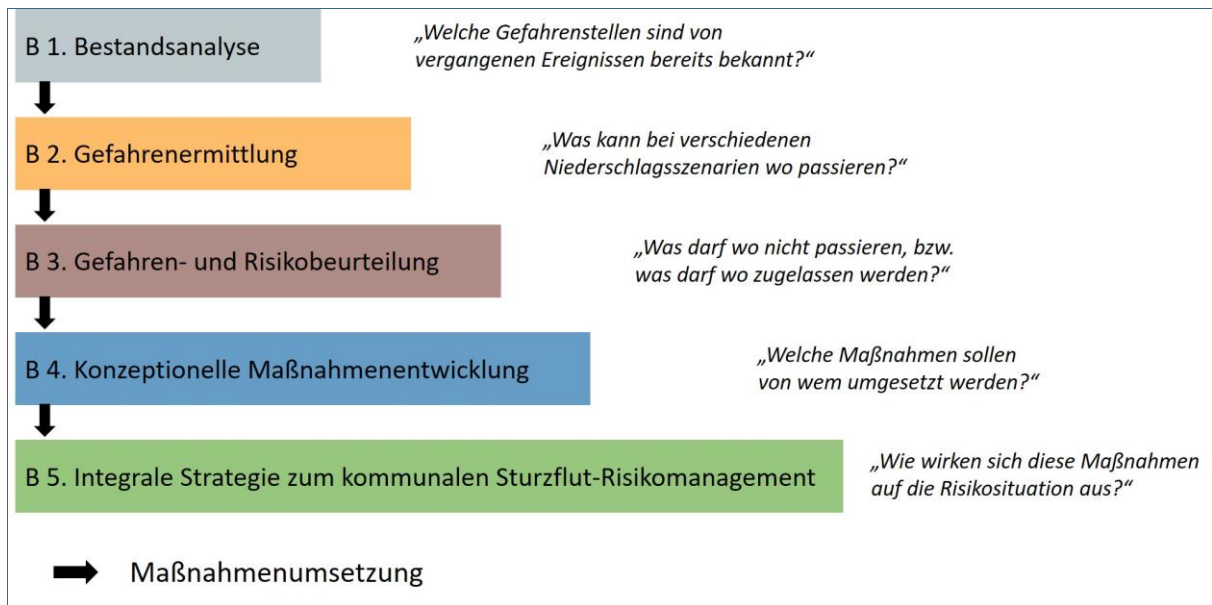


Abb. 18: Bausteine des Sturzflut-Risikomanagements

Im ersten Baustein – **Bestandsanalyse** – gilt es, das vorhandene Wissen zu sammeln und aufzubereiten. Hieraus und mit der Auswertung der Örtlichkeiten lässt sich bereits eine grobe Ersteinschätzung der Gefahrenlage vornehmen. Im Rahmen der Bestandsanalyse erfolgt zudem eine Auswertung und Plausibilisierung der für das Gemeindegebiet vorhandenen Informationen aus der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut. Diese Karte gibt erste Hinweise auf mögliche Gefährdungen durch Fließwege, Senken und Aufstaufflächen, die mit Hilfe eines rein topografischen Ansatzes bayernweit einheitlich ermittelt wurden.

Im zweiten Baustein – **Gefahrenermittlung** – soll mit hydrologisch-hydraulischen Berechnungen die Frage beantwortet werden: „Was kann bei verschiedenen Niederschlagsszenarien wo passieren?“. Dabei können auch Angaben zu den betroffenen Flächen, Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten ermittelt werden. Die Ergebnisse werden in Kartenform dargestellt und mit den Ergebnissen aus der Bestandsanalyse verglichen und vor Ort plausibilisiert.

Im dritten Baustein – **Gefahren- und Risikobeurteilung** – sollen auf Basis der ersten beiden Schritte nun je nach Gefährdungsszenario die gefährdeten Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen sowie zugehörige Schadenspotentiale ermittelt werden. Anschließend sind die Fragen: „Was darf wo nicht passieren, bzw. was darf wo zugelassen werden?“ zu beantworten. Hierbei ist es Aufgabe der Kommune zu entscheiden, welches Schutzniveau gegen wild abfließendes Wasser und gegen Hochwasser aus Fließgewässern erreicht werden soll. Das Schutzniveau kann für gefährdete Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen auch unterschiedlich sein. Für Bereiche und Objekte, bei welchen Risiken erkennbar sind und die das definierte Schutzziel verfehlen, können Maßnahmen erforderlich sein, um das jeweilige Risiko zu reduzieren.

Im vierten Baustein – **Konzeptionelle Maßnahmenentwicklung** – werden Maßnahmen zur Risikoreduzierung mit den betroffenen Akteuren konzeptionell erarbeitet. Dabei sind verschiedene Lösungsvarianten zu entwickeln und zu vergleichen. Daraus sollen zielführende Maßnahmen ausgewählt und in einer Vorzugsvariante zusammengefasst werden. Dabei können unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen und Einzelakteure einen Beitrag leisten. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass dabei nicht nur Maßnahmen baulicher Natur entwickelt und berücksichtigt werden sollen. Insbesondere auch Maßnahmen der Siedlungsentwicklung, Flächennutzung und der Verhaltens- und Informationsvorsorge können wesentliche Beiträge leisten, zukünftige Schäden zu reduzieren und Leib und Leben zu schützen.

Im letzten Baustein – **Integrale Strategie zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement** – sollen die vorgeschlagenen Maßnahmen mit dem in der Gefahren- und Risikobeurteilung zu-

vor definierten Schutzniveau verglichen und die jeweilige Maßnahmenwirkung sowie die Gesamtwirkung dargestellt werden. Dabei sollen die Risikoreduktionen und die verbleibenden Risiken aufgezeigt werden. Es ist zwingend erforderlich, die gewonnenen Erkenntnisse und Inhalte des integralen Konzeptes mit allen potentiellen Betroffenen zu erarbeiten und der Öffentlichkeit zu kommunizieren.

### 3.2 Spezifische Zielsetzung der Kommune und Konzeptumfang

In einem ersten und auch für den nachfolgenden Prozess sehr wichtigen Schritt muss die Kommune definieren, welche spezifischen Ziele im Sturzflut-Risikomanagement verfolgt werden sollen, denn für ein erfolgreiches Sturzflut-Risikomanagement existiert kein Patentrezept. Zumeist handelt es sich um sehr individuelle Lösungsansätze und auch Herangehensweisen, die von den entsprechenden spezifischen Besonderheiten bzw. Rahmenbedingungen einer jeden Kommune abhängen und nur selten ohne Weiteres von anderen Kommunen übernommen werden können. Hier muss eine Abwägung getroffen werden, wo und welche Betrachtungen durchgeführt werden und welcher Aufwand hierbei betrieben werden soll. Insbesondere bei der Gefahrenermittlung kommen verschiedene Herangehensweisen in Betracht, die sich hinsichtlich der benötigten Datengrundlagen, der eingesetzten Modellierungswerkzeuge, der späteren Aussagekraft der Ergebnisse sowie des erforderlichen Bearbeitungsaufwandes und letztlich auch der Kosten unterscheiden (DWA-M 119 2016).

Die klare Zieldefinition ist deshalb so wichtig, weil es sich bei dem Sturzflut-Risikomanagement um eine Daueraufgabe für die Kommune und alle beteiligten Akteure handelt (Planung → Maßnahmenumsetzung → Controlling → Anpassung der Planung).

Die durch die Kommune zu betrachtenden spezifischen Besonderheiten können unter anderem sein:

- Bisher erlebte Betroffenheit (Anzahl Ereignisse, Schadenssummen, Schadensbilder: z. B. Überflutung oder Rückstau Kanalnetz, Art der Schäden an privaten oder öffentlichen Gebäuden, Dokumentationsstand zu Ereignissen uvm.)
- Bisherige Aktivitäten zur Klimaanpassung
- Vorerfahrungen der Beteiligten
- Finanzieller Rahmen
- Motivation der Akteure (sowohl innerhalb als auch außerhalb der Verwaltung)
- Bereits vorliegende Grundlagendaten oder vorhandene Analysen
- Zusammenschluss mit anderen Kommunen denkbar
- Siedlungsstruktur (eher ländlich, eher städtisch, hoch verdichtet, gering verdichtet)
- Topografie und Lage der Einzugsgebiete (Betroffenheit)
- Geplanter Umgang mit den Ergebnissen (z. B. Form und Umfang der Veröffentlichung der Gefahrenkarten)

Gemeinsam mit diesen spezifischen Rahmenbedingungen können weiterhin die folgenden Fragen dabei unterstützen, sich über die konkreten Ziele und damit auch über das Vorgehen (z. B. Anforderungsprofil an die Modellierung und Modellierungsstrategie, Maßnahmenpriorisierung, Kommunikationskonzepte, verwaltungsinterne Organisation, Öffentlichkeitsarbeit etc.) klar zu werden (verändert und ergänzt nach (HSB 2017)).

- Was ist die konkrete Aufgabenstellung?
  - Erstellung einer Gefahrenkarte, die das gesamte Gemeindegebiet umfasst oder die Untersuchung bekannter „Hotspots“?

- Erfordernis von unterschiedlichen Risikokarten für unterschiedliche Zielgruppen
  - Überflutungsanalyse mit Berücksichtigung des Kanalnetzes (Vorgehensweise ist im Vorfeld zu definieren)
  - Erarbeitung und Umsetzung von Leuchtturmprojekten
  - Auskunft- und Informationsvorsorge
  - Detaillierte Nachrechnung von bereits abgelaufener Starkregen- und Sturzflutereignisse
  - Maßnahmenplanungen mit Wirksamsimulationen (Abbildung der Planungen im Modell)
  - Installation von Warneinrichtungen
- Welche Berechnungsergebnisse werden benötigt?  
(Wasserhöhen, Fließgeschwindigkeiten, Aussagen zu kleinen Gewässern, Überstauvolumina, Wasserstände im Kanalnetz)
  - Welche Grundlagendaten liegen vor?  
(DGM, Flächennutzung, Vermessungsdaten zu Durchlässen, Versiegelungskataster, Kanalnetzmodell, Überschwemmungsgebiete etc.)
  - Welche Abflussprozesse sollen abgebildet werden?  
(Abflüsse auf der Geländeoberfläche (pluviale Überflutung), Hochwasser an Fließgewässern (fluviales Hochwasser), Überstau im Kanalnetz)
  - Liegen bereits Modellierungen für Gewässer oder Kanalnetz vor?
  - Wie groß ist das zu betrachtende Gebiet?
  - Wie hoch sollen/müssen die Ergebnisse der Berechnungen aufgelöst sein, um die verfolgten Ziele zu erreichen?

#### **Tipp:**

Typische Ziele und die damit verbundenen Aufgabenstellungen nebst Anforderungsprofilen, Vorschlägen zur Strukturierung des Vorgehens und Beispielen zu Konzepten im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden in (HSB 2017) beispielhaft für die Stadt Bremen erläutert. Die grundsätzliche Vorgehensweise wurde mittlerweile auch von zahlreichen kleineren Kommunen übernommen. Weiter Ausführungen finden sich hierzu auch in (Koch et al. 2021).

### **3.3 Akteure im Sinne einer „kommunalen Gemeinschaftsaufgabe“**

Die folgende Darstellung gibt eine Übersicht über die wichtigsten beteiligten Akteure im Sturzflut-Risikomanagements. Dem Thema Öffentlichkeitsarbeit mit Akteuren außerhalb der Kommunalverwaltung widmet sich das Kapitel 4.6.

Innerhalb der Kommune sollten die in Abb. 19 genannten Fachbereiche an den entsprechenden Verknüpfungspunkten in den Erarbeitungsprozess eingebunden werden.



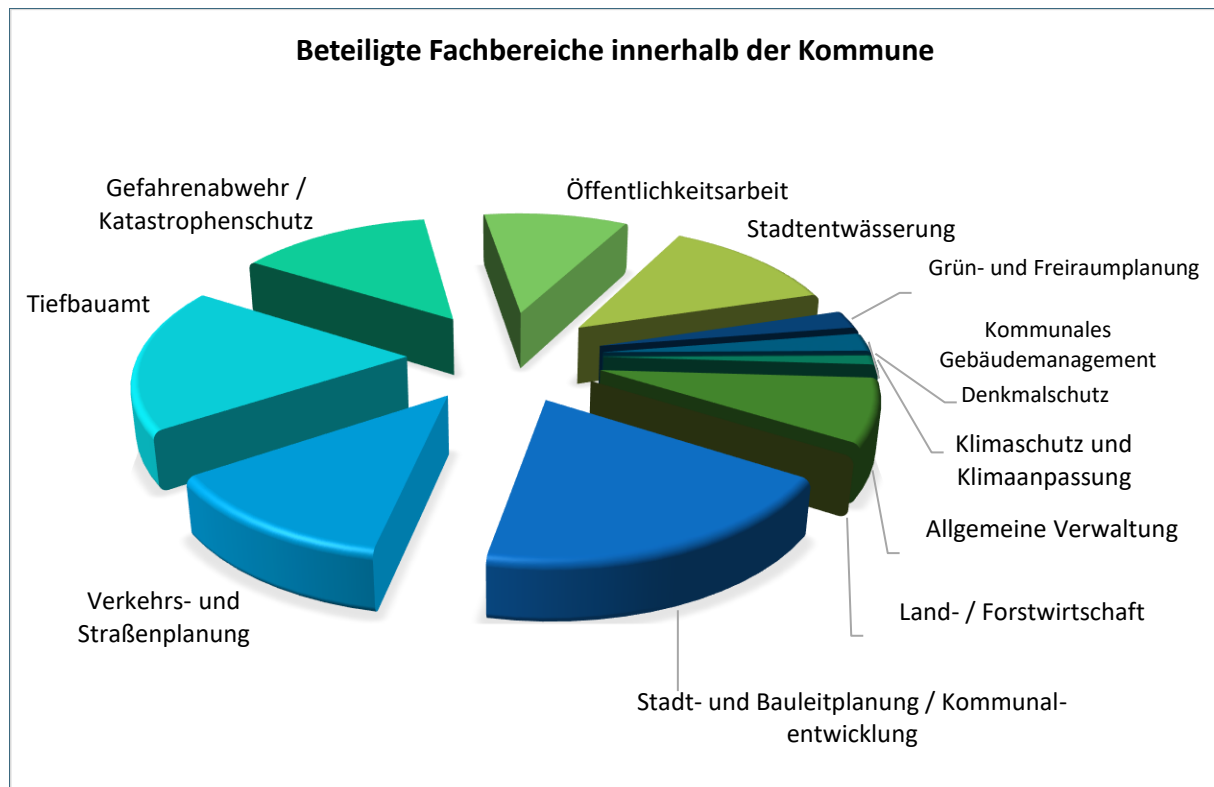


Abb. 19: Ergebnis der im Rahmen des Sonderprogramms „Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut Risikomanagement“ durchgeführten Umfrage zur Häufigkeit der Beteiligung von Fachbereichen innerhalb der Kommunalverwaltung

Diese gilt es, von Beginn an für die Thematik zu sensibilisieren und mit „ins Boot zu holen“. Denn genauso verschiedenartig, wie die Ursachen und Schäden von Überflutungen sind, so unterschiedlich sind auch die jeweiligen Akteure innerhalb der Kommunalverwaltung, die für den Hochwasser- und Überflutungsschutz eine wichtige Rolle spielen. Im Gegensatz zu den Fachbereichen Gewässerunterhaltung und Entwässerung, bei denen der Hochwasser- bzw. der Überflutungsschutz ohnehin von hoher Bedeutung bei der Aufgabenerledigung ist, sind auch die anderen Bereiche von großer Relevanz, obwohl der Hochwasser- bzw. der Überflutungsschutz nur einen Teilaspekt des Tätigkeitsspektrums darstellt. Die Ortsentwicklung muss beispielweise in erster Linie die Kommune städtebaulich weiterentwickeln. Da jedoch die Vermeidung bzw. Verminderung von Hochwassergefahren zu einem großen Teil durch Flächenvorsorge erfolgt, muss dieser Aspekt natürlich maßgeblich durch die Ortsplanung erfolgen, was deutlich macht, dass auch in diesem Fachbereich Verständnis und Motivation gegeben sein muss.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Verwaltungsstrukturen und damit die internen Zuständigkeiten sehr unterschiedlich sein können (z. B. Stadt vs. Gemeinde). Nicht immer existieren die oben genannten Fachbereiche. Welche Fachbereiche und wie diese Einbindung sinnvoll erfolgen kann, muss sicherlich für jede Kommune individuell entschieden werden. Zudem sollte überlegt werden, in welchem Fachbereich bzw. in welcher Personalie (Kümmerer) das Sturzflut-Risikomanagement künftig verankert sein soll.



### Fachübergreifende Zusammenarbeit in der Kommune:

Im Projekt „**Hochwasserrisikomanagement in Kommunen – Erarbeitung einer Systematik zur Steuerung fachübergreifender organisatorischer Prozesse zum Hochwasserrisikomanagement**“, welches vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW gefördert wurde, wurden Ansatzpunkte zu einem fachübergreifenden Überflutungsschutz einschließlich der jeweiligen rechtlichen Grundlagen entwickelt und in Form eines Leitfadens „Hochwasser- und Überflutungsschutz – Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung zum Hochwasserrisikomanagement“ dargestellt.

In der Broschüre „Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog – Projektergebnisse“ werden die Ergebnisse des Projekts „**Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog**“ zusammengefasst, welches das Difu, gefördert mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), von Februar 2016 bis März 2018 durchgeführt hat. In der Broschüre werden praxisbezogene Lösungen dargestellt, um Kommunen bei der Einführung von Strukturen und Maßnahmen koordinierter Überflutungsvorsorge zu unterstützen.

### 3.4 Wichtige Grundlagendaten

Tab. 5 gibt eine Übersicht über wichtige, im Rahmen eines Sturzflut-Risikomanagements verwendete Grundlagendaten. Die spezifischen Zielsetzungen oder besonderen Fragestellungen innerhalb der Kommune beeinflussen dabei, welche der genannten Grundlagendaten erforderlich sind und ggf. beschafft werden müssen. Bereits im Vorfeld einer Ausschreibung sollten die bereits in der Kommune verfügbaren Grundlagendaten zusammengestellt werden. Im Abstimmungsgespräch mit Fachbehörden, insbesondere dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt, kann die Notwendigkeit und die Möglichkeiten zur Beschaffung weiterer Grundlagendaten besprochen werden.

Tab. 5: Zusammenstellung der Grundlagendaten (nach (BWK/DWA-Arbeitsgruppe 2013) und (HSB 2017))

Fokus	Datengrundlage und Informationsquellen
Überflutungsdokumentationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatzberichte von Feuerwehr, Kanalbetrieb, Bauhof etc.</li> <li>– Schadensmeldungen von Grundstückseigentümern oder Versicherungen</li> <li>– Ortsbezogene Erhebungen zu wirtschaftlichen Schäden</li> <li>– Presseberichte</li> <li>– Bildmaterial (Fotos, Videos) und deren räumliche Zuordnung</li> </ul>
Starkniederschlagsereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Niederschlagsaufzeichnungen (z. B. Bodenmessungen oder Radarmessungen)</li> <li>– Niederschlagsgutachten</li> <li>– Starkniederschlagsstatistiken (z. B. KOSTRA-DWD)</li> </ul>

topografische Gegebenheiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktuelle topografische Karten mit Höhenlinien</li> <li>– Aktuelle Vermessungsdaten</li> <li>– Digitale Geländemodelle (DGM)</li> <li>– Historische topografische Karten</li> <li>– Detaillierte Daten zu Oberflächenstrukturen (z. B. Vermessungsdaten, Bestandspläne zu Bordsteinkanten, Mauern, Grundstückseinfahrten)</li> </ul>
Technisches Entwässerungssystem (Kanalisation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ergebnisse durchgeführter Berechnungen zum kommunalen Entwässerungssystem (Überstau- und Überflutungsbetrachtungen)</li> <li>– Kanalstammdaten (Angaben zur Kanalgeometrie, möglichst mit georeferenzierten Lageinformationen)</li> <li>– Sonderbauwerksdaten (Geometrie- und Abflusskennwerte zu Regenbecken, -überläufen, -rückhalteräumen, etc.)</li> <li>– Einzugsgebietsdaten (abflusswirksame Flächenanteile) der Teileinzugsgebiete, Anschlussgrade, Trockenwetterdaten (Angaben zum häuslichen, gewerblichen und industriellen Schmutzwasser und Fremdwasser bei Mischsystemen)</li> </ul>
Natürliches Entwässerungssystem (Gewässer und Gräben)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aktuelle und historische Bestandslagepläne von Gewässern, Gräben und Verrohrungen (inkl. Rechenanlagen und sonstigen Einbauten), Durchlässe, Brücken etc.</li> <li>– Bestandsunterlagen von Rückhalteanlagen, Leitdämmen und mobilen Hochwasserschutzmaßnahmen</li> <li>– Hydraulische und hydrologische Bestandsinformationen (vorhandene Gefahrenkarten, Überschwemmungsgebiete, Leistungsfähigkeiten, Wasserspiegellagen, Bemessungsvorgaben usw.)</li> <li>– Gewässereinzugsgebiete</li> </ul>
allgemeine Gebietscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verwaltungsgrenzen</li> <li>– aktuelle Liegenschaftskarte (ALKIS)</li> <li>– Kataster zu möglichen Fließhindernissen (Brücken, Damme, Verrohrungen, Durchlässe etc.)</li> <li>– Luftbilder (Orthofotos)</li> <li>– Flächennutzungs- und Bebauungspläne</li> <li>– Sonstige Unterlagen zur Flächen- und Gebäudenutzung</li> <li>– Bodenkarten und hydrogeologische Karten</li> <li>– Oberflächenabflusskennwerte</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Versiegelungskataster</li> <li>– gemessene Versickerungsleistungen</li> </ul>
Weitere Fachdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lage von kritischen Infrastrukturen und sensiblen bzw. vulnerablen Nutzungen (z. B. Krankenhäuser, Pflegeheime, Kindergärten etc.)</li> <li>– baulichen Gestaltung von Gebäuden (z. B. Höhenlage, Untergeschosse, Lichtschächte, Kellerräume);</li> <li>– Infrastrukturanlagen (z. B. Kreuzungsbauwerke/ Unterführungen, Gleisanlagen, U-Bahnzugänge).</li> </ul>

### **Zusammenfassung: Übergeordnete Zielsetzung und Festlegung der Bausteine des integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement**

- Die **Lösungsansätze und Herangehensweisen im Sturzflut-Risikomanagement** sind sehr individuell und hängen von den spezifischen Besonderheiten bzw. Rahmenbedingungen der jeweiligen Kommune ab.
- Die Kommune sollte ihre **spezifischen Ziele** im Sturzflut-Risikomanagement im Vorfeld klar definieren.
- Je nach Verwaltungsgröße und -struktur können die **internen Zuständigkeiten** sehr unterschiedlich sein. Bereits zu Beginn des Prozesses ist zu entscheiden, welche Fachbereiche eingebunden werden sollen und wie diese Einbindung sinnvoll erfolgen kann.
- Es sollten Fachbereiche und ein „**Kümmerer**“ bestimmt werden, der für das künftige Sturzflut-Risikomanagement hauptverantwortlich sein soll. Auch die notwendigen Finanz- und Personalressourcen sind zu bedenken.
- Bereits im Vorfeld einer Ausschreibung sollten die in der Kommune verfügbaren **Grundlagendaten**, abgestimmt auf die jeweilige konkrete Zielsetzung in der Kommune, zusammengestellt oder ggfls. beschafft werden.

## 4 Praxishinweise zu den Konzeptbausteinen

### 4.1 B.1 Bestandsanalyse

**Ziel der Bestandsanalyse** ist es, eine Ersteinschätzung zu Gefahren und Gefahrenstellen zu erhalten – also wo und in welchem Umfang Gefährdungspotenziale im Einzugsgebiet der Kommune bestehen könnten – und Daten für weiterführende Analysen einzuholen sowie aufzubereiten.

Im Rahmen der Bestandsanalyse werden sowohl für pluviale als auch für fluviale Überflutungen (sofern Fließgewässer im Betrachtungsgebiet vorhanden sind) folgende Analysen empfohlen:

- **Historische Analyse:** Befragung von Zeitzeugen, Betroffenen, Behörden und Institutionen (v. a. Wasserwirtschaftsamt, Landratsamt, Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, Amt für ländliche Entwicklung etc.), Auswertung von Presseberichten, Sichtung von Ereignisdokumentationen, Einsatzdaten von Feuerwehr und Katastrophenschutz, Einsichtnahme in Archiven. Der Umfang richtet sich nach den verfügbaren bzw. mit vertretbarem Aufwand beschaffbaren Daten und Informationen.
- **Topografische Analyse (mit Fließweganalyse):** Auswertung der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut und bei Bedarf ergänzende topografische Analyse.

- **Analyse der Örtlichkeit:**  
Plausibilisieren der Hinweiskarte, augenscheinliche Abflusskonzentrationen und Fließwege, Ausbreitungs- und Rückhalteflächen, Besichtigung von Gefahrenstellen und Bauwerken, Gewässerschau, Kontrolle von Entwässerungseinrichtungen (Gräben, Ableitungen, Rückhaltebauwerke), Beurteilung von Verklausungsgefahren (Aufstaufflächen aus der Hinweiskarte) und zusätzlichen Gefährdungen durch plötzliches Versagen eingestauter Bauwerke oder durch Verklausungsbruch (Flutwelle), Erosionsgefahr in Gewässeraußenkurven, Gewässerläufe in Hochlage/Dammlage.
- Auswertung der Flächennutzung, Analyse von Veränderungen in der Flur (z. B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, Landbewirtschaftung)
- Wurde ein **Hochwasserrisikomanagement (HWRM) für Gewässer oder Gewässerabschnitte** durchgeführt (vgl. Kapitel 2.2.1)? Welche Erkenntnisse ergaben sich daraus und welche Maßnahmen wurden in den Managementplänen benannt? Gibt es Synergien zum Sturzflut-Risikomanagement?
- Erste **Abschätzung der Leistungsfähigkeit** von Anlagen an Gewässern, Gerinnen, Gräben und Siedlungsentwässerungsanlagen; rechnerische Überstauschwerpunkte des Kanalnetzes sind ein weiteres Indiz für potenzielle Gefährdungen.
- Ist voraussichtlich mit dem Eintreten von **Sonderszenarien** zu rechnen:  
Z. B. Verklausung von Durchlässen, Mobilisierung von Lagermaterialien mit Folgen, Verschlammung (Abflussverstärkung und Auswirkungen auf u. a. Kanalnetz), abflussverstärkendes Geschiebe, Geschiebeablagerungen, Entstehung von Flutwellen durch Bauwerksversagen oder Verklausungsbruch, Versagen von Steuerungsanlagen bei Wasserkraftwerken, Wehren, Ausleitungsbauwerken etc.
- **Grobanalyse der potentiell betroffenen Bebauung:**  
Sind bereits Objektschutzmaßnahmen, private Ableitungen, rückhaltende, stauende oder ableitende Bauwerke wie Mauern etc. vorhanden?
- **Analyse der Infrastrukturen:**  
Bestehen Flächen, die zum Rückhalt oder zur Umleitung genutzt werden können? Sind rückstauende Dammlagen (z. B. Straßen oder Bahndamm) vorhanden, die im Versagensfall zu großen Schäden führen können? Konzentrieren sich Abflüsse auf Straßen (z. B. Straßen im Talweg etc.)? Wo liegen Tiefpunkte, Senken, Überlaufbereiche?

Um die lokalen Gegebenheiten adäquat beurteilen zu können, ist es von hoher Bedeutung, das vorhandene Wissen über bekannte Gefahren, zurückliegende Ereignisse oder Einschätzungen von Betroffenen und wichtigen Akteuren zu sammeln und auszuwerten. In vielen Fällen sind Erfahrungen und Wissen zu Schadensereignissen in der Bevölkerung und bei diversen Institutionen vorhanden. Presseartikel, historische Berichte und Luftbilder sowie Archive dokumentieren z. B. teils akribisch auch lange zurückliegende Gefahrensituationen oder auch örtliche Veränderungen. Lokale Expertise ist erforderlich, um vereinfachte Auswertung der lokalen Gegebenheiten sowie die Analyse bereits abgelaufener Ereignisse durchzuführen. Nur durch eine intensive und breite Kommunikation, d. h. das aktive Zugehen auf mögliche Informationsträger, können möglichst viele Informationen eingeholt und gebündelt werden. Auch die Identifizierung örtlicher Besonderheiten, die Analyse der Bebauung, Analyse vorhandener Infrastrukturen (die zum Rückhalt dienen oder zu Rückstau führen) sowie eine Ersteinschätzung der Leistungsfähigkeit der Gewässer, Gerinne, Gräben und siedlungswasserwirtschaftlichen Anlagen inkl. Berechnungen zur Leistungsfähigkeit sind ein wichtiger Teil der Bestandsanalyse.

Ergänzt werden die ersten Erkenntnisse durch Analysen der topographischen Fließwege. Dies kann auf Basis hochaufgelöster Geländemodelle mit Hilfe geographischer Informationssysteme oder in sehr kleinen Gebieten alternativ auch durch eine

Gebietsbegehungen erfolgen. In allen Fällen wird eine Auswertung der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut empfohlen, die erste Hinweise auf Bereiche zur Verfügung stellt, in denen sich Abfluss konzentrieren und Geländesenken sowie Aufstauflächen vor Durchlässen und kleinen Brücken mit Wasser füllen könnten. Die Auswertung der Hinweiskarte kann als Basis für die Planung von Ortsbegehungen im Rahmen der Analyse der Örtlichkeit dienen. Es empfiehlt sich, die Hinweise anhand von Ortsbegehungen mindestens an den neuralgischen Stellen und im Bereich von potentiellen Gefahrenschwerpunkten auf Plausibilität zu prüfen.

### **Die Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut:**

Die Hinweiskarte gibt Hinweise auf mögliche Gefährdungen durch Fließwege, Senken und Aufstauflächen in den Klassen „gering“, „mäßig“, „hoch“ und „sehr hoch“. Die Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut ist online in der Rubrik „Naturgefahren“ des UmweltAtlas Bayern <https://www.umweltatlas.bayern.de> abrufbar. Es besteht die Möglichkeit, die einzelnen Layer der Hinweiskarte in ihrer Transparenz anzupassen, so dass die ausgewiesenen Gefahrenstellen in der Kommune leichter lokalisiert werden können. Hintergrundkarten wie Luftbilder oder topografische Karten erleichtern die Auswertung der Hinweiskarte zusätzlich. Für vertiefte Betrachtungen können Kommunen und deren Planer zusätzlich Zugang zu einzelnen Gefahrenlayern (Fließwege, Senken und Aufstauflächen) als Polylinien- bzw. Polygon-Shapefiles erhalten.

### **GIS-Toolbox zur Ableitung der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut**

Die Wasserwirtschaftsämter stellen Kommunen und deren Planern auf Anfrage eine GIS-Toolbox für ArcGIS Pro 2.5 zur Verfügung, mit der die Hinweiskarte sowie die Gefahrenlayer Fließwege, Senken und Aufstauflächen für ein ausgewähltes Gemeindegebiet überrechnet werden können. Die Toolbox ermöglicht die Berücksichtigung von Ortskenntnissen z. B. zu Durchlässen, Brücken und anderen Bauwerke bzw. die Verwendung von ggf. zwischenzeitlich vorliegenden, aktuellen Grundlagendaten (z. B. DGM, ATKIS). Gegenüber dem bayernweit angewendeten, automatisierten Ansatz für die Erstellung der Hinweiskarte ist mit Hilfe der Toolbox eine lokal verbesserte Ableitung der Fließwege, Senken und Aufstauflächen möglich.

Weitere Informationen zur Nutzung der Hinweiskarte finden Sie auch unter: [www.lfu.bayern.de/wasser/starkregen\\_und\\_sturzfluten/](http://www.lfu.bayern.de/wasser/starkregen_und_sturzfluten/)

Auf Basis der Bestandsanalyse ist eine erste Identifikation von überflutungsgefährdeten Bereichen möglich. Die gewonnenen Informationen sind besonders wichtig, wenn das Gemeindegebiet sehr groß ist und daher aus Kosten- und Ressourcengründen nicht die gesamte Fläche im Rahmen der Gefahrenermittlung aufwändig hydrodynamisch modelliert werden kann. Die Bestandsanalyse bietet Anhaltspunkte, um das Untersuchungsgebiet weiter einschränken zu können.

### **Hinweis:**

Eine topografische Fließweganalyse, sowie die Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut, können eine detaillierte hydraulische Gefahrenermittlung mit Hilfe computergestützter Modellierung nicht ersetzen, da sie auf stationären Gegebenheiten basieren und belastungsunabhängig (kein definiertes Niederschlagsereignis) durchgeführt werden. Durch sie können zudem keine Aussagen zu genauen Überflutungsgrenzen, Fließwegen und Fließgeschwindigkeiten abgeleitet werden. Fließwege können je nach Niederschlagsintensität bzw. Wassertiefe variieren.

Vorschläge itwh → Skizze mit Gefährdungsbereich erstellen:





Abb. 20: Bestandsanalyse

### Tipp für die Dokumentation von zukünftigen Überflutungs-Ereignissen:

Das nächste Ereignis kommt bestimmt! Um die Identifizierung und Eingrenzung gefährdeter Siedlungsbereiche zu erleichtern und eine Plausibilisierung und fortwährende Verbesserung der Ergebnisqualität der Gefahrenermittlung zu ermöglichen, sollten künftige Ereignisse strukturiert dokumentiert werden. Hierzu bietet es sich an, aussagekräftige Handlungsanweisungen (z. B. Checklisten) vorzubereiten, Zuständigkeiten für die Erfassung und Nachbereitung zu klären sowie entsprechende Geräte (z. B. GPS-Kamera, Drohne oder Fotoapparat) bereitzuhalten, damit eine Dokumentation im Ereignisfall reibungslos erfolgen kann. Ereignisdokumentationen zu Hochwasser- und Starkregenereignissen werden auch nach den Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWas 2021) mit 45 Prozent durch den Freistaat Bayern gefördert. Diese sollen mindestens Aussagen zur Ereignisart und -größe, Ablauf, Maßnahmen und Auswirkungen (mit Schäden) enthalten. Die Ergebnisse sind dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt digital zu übergeben.

## 4.2 B.2. Gefahrenermittlung

**Ziel der Gefahrenermittlung** ist die Identifikation und Überprüfung von potenziellen Überflutungsbereichen im Gemeindegebiet. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Gefahren- und Risikobeurteilung sowie die Maßnahmenplanungen und deren Priorisierung. Mit Hilfe der Ergebnisse werden die Bürgerinnen und Bürger für das Thema Eigenvorsorge sensibilisiert. Um die Gefahren durch pluviale Überflutungen und fluviale Hochwasser entlang von Gewässern zu ermitteln, können verschiedene Verfahren aus den Bereichen Hydrologie und Hydraulik zum Einsatz kommen. Die Vorgehensweisen und Schnittstellen dieser Verfahren und Modelle unterscheiden sich dabei je nach Anwendungsfall. Während für die Ermittlung von

fluvialen Hochwassergefahren auf Verfahren zurückgegriffen werden kann, die seit vielen Jahren etabliert sind, gibt es im Bereich der pluvialen Überflutungen nach wie vor erheblichen Forschungsbedarf und keine einheitlichen Standards.

Obwohl im Einflussbereich kleiner Gewässer infolge von Starkregen pluviale Überflutungen und fluviales Hochwasser häufig gemeinsam auftreten und kaum voneinander zu unterscheiden sind, kann es sinnvoll und erforderlich sein, separate Gefahrenermittlungen durchzuführen.

Grundsätzlich gilt, je größer das zugehörige Einzugsgebiet ist, desto relevanter ist auch eine voneinander getrennte Betrachtung der Gefährdung durch fluviales Hochwasser. Das ist damit zu erklären, dass Hochwasser in einem größeren Einzugsgebiet auch außerhalb des betroffenen Gefahrenbereichs entstehen und durch ein Fließgewässer verlagert werden kann. Der auslösende Starkregen muss daher auch nicht zwingend über dem durch das Hochwasser betroffenen Bereich niedergehen. Eine rein pluviale Betrachtung in der Nähe bebauter Gebiete ist dann nicht ausreichend. Zusätzlich wird in diesen Fällen eine separate Betrachtung der fluvialen Hochwassergefahr benötigt.

Ob eine separate Gefahrenermittlung für fluviales Hochwasser erforderlich ist, muss im Einzelfall entschieden werden. Es wird empfohlen, den fluvialen Fall separat zu berechnen, sobald ein Fließgewässer mit einer wirksamen Einzugsgebietsfläche von mehr als 25 km<sup>2</sup> im Untersuchungsgebiet vorhanden ist und eine Gefährdung für vorhandene Bebauungen darstellen könnte. Ein weiterer Hinweis ist die zu erwartende Konzentrationszeit des Einzugsgebietes. Ist diese deutlich länger als eine Stunde, wird eine separate Gefahrenermittlung für fluviales Hochwasser empfohlen.

Die Grenze von rund 25 km<sup>2</sup> bietet sich aus physikalischen und methodischen Gründen an, da konvektive Starkregenzellen diese Flächengröße in der Regel unterschreiten (Lochbihler et al. 2017) und die etablierten hydrologischen Verfahren zur Abschätzung der Abflusskonzentration in Gebieten < 25 km<sup>2</sup> zunehmend größere Unsicherheiten aufweisen.

Eine separate Gefahrenermittlung kann auch aufgrund unterschiedlicher rechtlicher Regelungen erforderlich sein. Strebt z.B. eine Kommune die rechtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten oder Umsetzung förderfähiger Maßnahmen zum Schutz vor fluvialem Hochwasser an einem Gewässer dritter Ordnung an, ist hierfür eine Gefahrenermittlung gemäß den Vorgaben für fluviales Hochwasser erforderlich.

Sollte im Untersuchungsbereich ein Wildbach oder ein Gewässer erster bzw. zweiter Ordnung vorhanden sein, ist immer eine Abstimmung mit dem zuständigen WWA über den Umgang mit diesen Gewässern erforderlich.

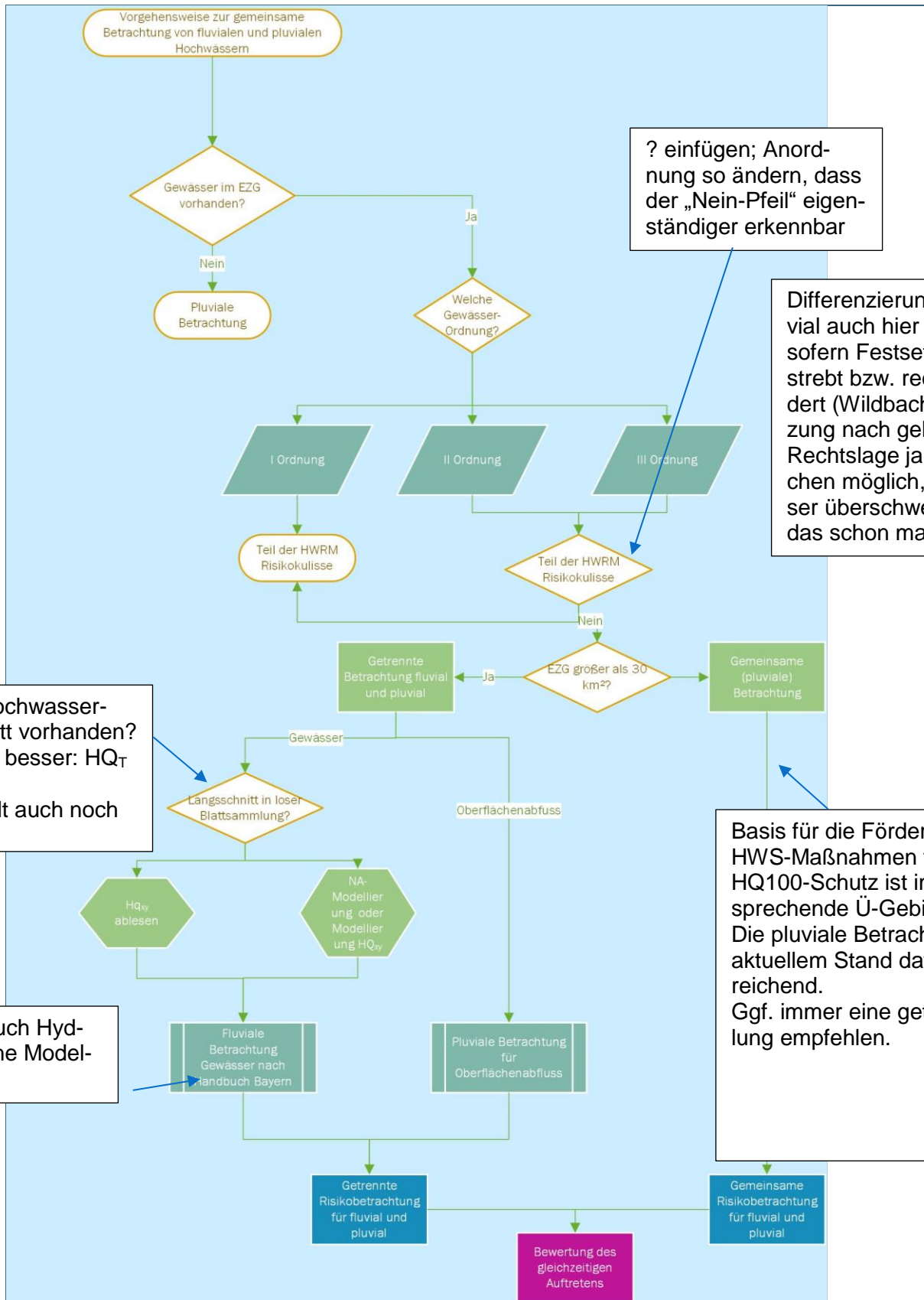


Abb. 21: Ablaufschema zur Modellierung von fluvialen und pluvialen Hochwassern

### Weiter Überlegungen zur Einzugsgebietsgröße:

Bei einem Niederschlagsereignis von einer Stunde, einer Annahme der Fließgeschwindigkeit im Hochwasserfall von 2 m/s und einer Konzentrationszeit  $t_c$ , die der Niederschlagsdauer entspricht, ergibt sich eine maßgebliche Fließlänge von 7,2 km. Eine vereinfachte Einzugsgebietsform eines Quadrates, bei der die Diagonale die Länge von 7,2 km darstellt, hat eine Größe von 25,9 km<sup>2</sup>.

Unter diesen Annahmen lässt sich schlussfolgern, dass in Einzugsgebieten bis ca. 25 km<sup>2</sup> Gefahren aus Oberflächenabfluss und Gewässerausuferungen infolge von 1 stündigen Niederschlagsereignissen zusammen berechnet und betrachtet werden können. (Buchholz et al. 2021)

Im Folgenden werden unterschiedliche methodische Ansätze und wichtige Grundlagendaten beschrieben und zudem Standards für die Bearbeitung der Gefahrenermittlung in Bayern definiert.

#### 4.2.1 Anforderungen an die Gefahrenermittlung für pluviale Überflutungen mit hydrologischen und hydrodynamischen Modellen

##### Grundsätzliche Hinweise

Zur Modellierung existieren verschiedene hydrologische und hydrodynamische Ansätze, welche wiederum mit unterschiedlicher Detaillierung und Bearbeitungstiefe durchgeführt werden können. Die Wahl und ggf. Kombination des methodischen Ansatzes sollte in Abhängigkeit von folgenden Aspekten erfolgen:

- der Zielsetzung der Betrachtung (z.B. grobe Ersteinschätzung, Erstellung von Gefahrenkarten, Belastungsspektrum, Maßnahmenplanung, Schadenspotenzialermittlung, detaillierte Betrachtung von bekannten Überflutungs-Hotspots),
- der verfügbaren Daten
- der Charakteristik des zu untersuchenden Gebietes (z.B. Größe, Gefälleverhältnisse, Flächennutzung, Fließgewässer)
- den verfügbaren Ressourcen bzw. finanziellen Mitteln und
- den in der Modellierungssoftware implementierten Berechnungsansätzen und den ihnen zugrundeliegenden Annahmen.

Die für die Wahl eines bestimmten Vorgehens maßgeblichen Faktoren sollten grundsätzlich dargelegt und dokumentiert werden. Gleiches gilt für alle wichtigen Annahmen und Randbedingungen bei Modellierungen wie die Feuchte des Einzugsgebietes zum Ereignisbeginn, Höhe und zeitliche Aufteilung eines Bemessungsregens oder die verwendeten Rauigkeitswerte.

##### Bemessungsniederschläge

Bei der Entstehung von pluvialen Überflutungen spielen in erster Linie sommerliche, konvektive Starkniederschläge eine Rolle. Diese können so hohe Niederschlagsintensitäten erreichen, dass das Versickerungsvermögen bzw. die Infiltrationskapazität der Böden überschritten wird und es großräumig zu Oberflächenabfluss kommt. Hier sind v. a. die Höhe, Dauer und der zeitliche Verlauf des Niederschlags einflussreiche Faktoren.

Für die Gefahrenermittlung sind mindestens die folgenden Szenarien unter Berücksichtigung der vorgegebenen Niederschlagsjährlichkeiten ( $T_n$ ) und Dauerstufe ( $D$ ) zu verwenden:

##### **Szenario 1 - Seltenes Oberflächenabflussereignis:**

- Niederschlag N30:  $T_n = 30$  Jahre,  $D = 1$  h

##### **Szenario 2 - Außergewöhnliches Oberflächenabflussereignis:**

- Niederschlag N100:  $T_n = 100$  Jahre,  $D = 1$  h

### **Szenario 3 – Extremes Oberflächenabflussereignis:**

- Niederschlagshöhe  $h_N = 100 \text{ mm}$ ,  $D = 1 \text{ h}$   
Bei diesem Ereignis handelt es sich um ein extremes Ereignis, das unabhängig statistischer Wahrscheinlichkeiten, überall in Bayern auftreten kann.

Niederschlagswerte für die Szenarien 1 und 2 sind auf Basis von KOSTRA DWD in der jeweils durch die Wasserwirtschaftsverwaltung eingeführten Version zu bestimmen. Im Hinblick auf die zeitliche Verteilung des Bemessungsregens wird die Verwendung eines mittenbetonten Verlaufs empfohlen z. B. nach Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1984). Nach aktueller Auswertung zahlreicher historischer Regen am LfU in Bayern folgen der überwiegende Anteil kurzer, hochwasserauslösender Starkregen diesem Verlauf. Da zahlreiche Regen in der Realität Verläufe mit mehreren Intensitätsmaxima aufweisen, kann der zeitliche Verlauf eines Modellregens auch aus historischen, im Untersuchungsgebiet erfassten Messdaten abgeleitet werden (z.B. mit Hilfe von Radardaten).

#### **Hintergrundwissen zum zeitlicher Niederschlagsverlauf:**

Gilt es besonders ungünstige Verhältnisse abzubilden, wird die Verwendung eines endbetonten Niederschlags empfohlen. Blockregen sind physikalisch z. B. zur Abbildung relativ gleichmäßig ablaufender Schneeschmelzhochwasser gerechtfertigt, sie werden zur Simulation kurzer Starkregenereignisse aber nicht mehr empfohlen, da diese überwiegend konvektiver Natur und in ihrem zeitlichen Auftreten auf die Sommermonate beschränkt sind. Gilt es, historische Hochwasserereignisse eines Gebietes nachzurechnen oder Niederschläge aus anderen Gebieten räumlich zu verschieben und exemplarisch auf ein Untersuchungsgebiet anzuwenden, z. B. als zusätzliches Referenzszenario, wird beim Fehlen von Niederschlagsdaten aus dem Bodenmessnetz die Verwendung angeeicherter Radardaten empfohlen, die im Climate Data Center des DWD kostenfrei und hochaufgelöst bezogen werden können (RADKLIM Datensatz, RW: Stundensummen, YW: 5-Minutensummen (Winterrath et al. 2018)).

Neben der Niederschlagsdauer spielt die modellierte Nachlaufzeit (Zeitspanne vom Ende des Niederschlagsereignisses bis zum Abklingen des Abflusses) eine wichtige Rolle z. B. für die Entstehung von Aufstauflächen. Hier sollten in Abhängigkeit der Fließzeiten und Topografie im Einzugsgebiet Werte zwischen 1h und 2 h in Betracht gezogen werden.

#### **Hydrologische Komponenten (Abflussbildung, Effektivniederschlag)**

Durch die Speicherung von Niederschlag auf Boden und Pflanzen (Interzeption), den Muldenrückhalt, Verdunstung und Transpiration und insbesondere durch die Infiltration in den Boden kommt grundsätzlich nur ein Teil des gefallenen Niederschlags zum Abfluss. Das gilt auch noch bei Starkregen, obwohl meist viele der genannten Prozesse im Verhältnis zum Niederschlag geringer sind.



### Exkurs zur Abflussbildung bei Starkregen:

Es wurden mehrere, umfangreiche Auswertungen von Abflussbeiwerten (Abflusshöhe dividiert durch Niederschlagshöhe) großer historischer Starkregenereignisse (Scheitelabflussjährlichkeiten > 50 Jahre, Anzahl  $n = 136$ ) durchgeführt. Die Abflussbeiwerte dieser Ereignisse wiesen einen Median von 0,46 und einen 10 %- bzw. 90 %-Perzentil von 0,22 bzw. 0,79 auf. Dies bedeutet, dass die Abflussbeiwerte eine erhebliche Streuung aufweisen, bzw. in 80 % der Fälle in diesem sehr weit gefassten Wertebereich liegen. Daher ist die pauschale Annahme eines konstanten Wertes oder die vollständige Vernachlässigung der Abflussbildungskomponente eine unverhältnismäßige, unrealistische Vereinfachung. Die Auswertungen bestätigen auch, dass Abflussbeiwerte > 0,79 zwar möglich, diese aber sehr extremen und unwahrscheinlichen Ereignissen vorbehalten sind. Dies gilt für Siedlungsgebiete wie auch für land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebiete gleichermaßen, wobei das Puffer- und Speicherpotential der Böden mit zunehmendem Versiegelungsgrad natürlich stark abnimmt.

Zur Bestimmung des abflusswirksamen Niederschlagsanteils (Effektivniederschlag) ist daher ein räumlich hinreichend aufgelöster hydrologischer Modellierungsansatz zu verwenden. Zur Ableitung und Bereitstellung von Effektivniederschlagsganglinien für eine hydrodynamische Simulation der oberflächlichen Abflusskonzentration ist zudem auf eine adäquate zeitliche Auflösung zu achten, die dem schnellen Starkregenprozess Rechnung trägt. Konkrete Vorgaben hinsichtlich eines zu verwendenden hydrologischen Modells bestehen derzeit nicht. Als gegenwärtige Minimalanforderung sollte das verwendete Verfahren räumlich möglichst hoch aufgelöst sein und unterschiedliche Bodeneigenschaften und Landnutzungstypen berücksichtigen können. Darauf aufbauend können sowohl einfache als auch komplexe hydrologische Verfahren Anwendung finden. Im Hinblick auf die Relevanz und die oft großflächige Entstehung von Oberflächenabfluss wird jedoch darauf hingewiesen, dass stärker physikalisch orientierte Berechnungsansätze (z. B. auf Basis der Green & Ampt Gleichung) das Auftreten von Intensitätsspitzen meist realistischer abbilden können als einfache, konzeptionelle Verfahren (z.B. SCS-CN), welche die Niederschlagsintensität nicht direkt in Bezug zur Infiltrationsrate setzen. Bezüglich der erforderlichen Randbedingungen z. B. Jahreszeit, Bedeckung, Vorfeuchte, usw. sind plausible Annahmen zu treffen und zu begründen. Für Bemessungsfragen sollte sich die Modellierung am wahrscheinlichsten Zustand orientieren, d. h. für die Ereignisse in diesem Leitfaden an den Sommermonaten (Abb. 2) und mittleren Bedingungen in den Sommermonaten. Zur Einordnung der Bandbreite möglicher Abflussreaktionen wird empfohlen, zusätzlich verschiedene Simulationsvarianten zu betrachten. Hierfür bieten sich je nach Fragestellung Kombinationen niedriger (z. B. gesättigter Boden und 100-jährliches Niederschlagsereignis (Szenario 2)) und höherer Wiederkehrzeit (z. B. Jahresmittel der Bodenfeuchte und 30-jährliches Niederschlagsereignis (Szenario 1)) an. Zur Erstellung von Worst-Case-Szenarios kann beispielsweise das extreme Ereignis (Szenario 3) bei hoher Vorfeuchte verwendet werden.

### Exkurs zu komplexen Modelle zur Abflussbildung

Komplexe Modelle zur Abflussbildung haben das Ziel, die bodenhydrologischen Prozesse physikalisch näher an der Realität abzubilden. Hierbei spielt insbesondere die Infiltrationsleistung der Böden eine entscheidende Rolle. Diese ist v. a. abhängig von Versiegelungsgrad, Landnutzung, Bodenart, Vorfeuchte, Jahreszeit, Verschlammungsneigung und Makroporenausstattung. Die Vorfeuchte hat hier sehr großen Einfluss. Auch das gewählte Niederschlagsszenario, v. a. im Hinblick auf die Dauerstufe und die Niederschlagsverteilung, spielt eine erhebliche Rolle bei der Abflussbildung und ist daher immer zu beschreiben und detailliert zu begründen. In diesem Leitfaden werden drei Szenarios vorgeschlagen, um den Einfluss der Niederschlagsszenarios auf die Abflussbildung zu bestimmen. Es können jedoch wie oben ausgeführt auch noch weitere Szenarios gerechnet werden, um das Verständnis über die Abflussbildung im Gebiet besser zu verstehen und darauf angepasste Maßnahmen abzuleiten.

## Kopplung hydrologischer (Abflussbildung) und hydrodynamischer Verfahren

Im Hinblick auf die Art der Kopplung hydrologischer und hydraulischer Berechnungen gibt es gegenwärtig keine spezifischen Vorgaben. Effektivniederschlagsganglinien (Niederschlagsbelastung) können also beispielsweise auch unabhängig vom hydraulischen Modell generiert und dann knoten-weise an dieses übergeben werden. Dann ist ggf. auch ein Abgleich mit der räumlichen Auflösung des hydrologischen Modells erforderlich. In jedem Fall ist das hydrologisch relevante Einzugsgebiet vollständig zu modellieren und bei großen Einzugsgebieten auch von den Oberliegergebieten ggf. als Zuflussganglinien zum hydrodynamischen Modell zu übergeben. Künftig anzustreben ist jedoch eine echte, instationäre Kopplung, so dass die Abflussbildung die Abflussableitung an jedem Knoten und in jedem Berechnungszeitschritt individuell beeinflussen kann (und umgekehrt). Dies entspricht aber noch nicht dem Stand der Technik und wird daher nicht vorausgesetzt. Wesentlich ist, dass alle zentralen Annahmen und die verwendeten Berechnungsansätze in den technischen Ausführungen dokumentiert werden.

### Hydrodynamische Verfahren

Die hydrodynamisch-numerische 2D-Modellierung gilt als Stand der Technik für die detaillierte Gefahrenermittlung von pluvialen Überflutungen. War vor einigen Jahren die hydrodynamisch-numerische 2D-Modellierung von Überflutungsvorgängen noch nicht ohne weiteres möglich, so stehen heute zunehmend leistungsfähige EDV-Werkzeuge und hochauflösende Grundlagendaten zur Verfügung (Illgen 2017).

#### Exkurs zu Oberflächenabflussmodellen:

Oberflächenabflussmodelle bilden die Prozesse der Abflusskonzentration, -translation und des Abflusstransports hydrodynamisch unter Annahme zweier Hauptströmungsrichtungen (zweidimensional, 2D bzw. zweidimensional tiefengemittelt) über Strömungsgleichungen (z. B. Flachwassergleichungen) ab. Als Grundlage für die Berechnung der Oberflächenabflüsse dient ein Rechennetz, das als Abbild der Geländeoberfläche und anderer abflussrelevanter Strukturen konzipiert ist. Der Prozess der Abflussbildung (zur Ermittlung des Effektivniederschlags, also der Anteil des Niederschlags, der nicht versickert oder zwischengespeichert wird und abflusswirksam ist) wird gesondert über hydrologische Modelle zur hydrodynamischen Berechnung oder gleichzeitig in einem gekoppelten (hydrologisch-hydraulischen) Modell in Abhängigkeit der für das Rechennetz bzw. die einzelnen Oberflächenelemente festgelegten Eigenschaften (Neigung, Rauheit, Versickerung, etc.) abgebildet (HSB 2017).

Hydrodynamisch-numerische 2D-Modellierungen basieren auf den hydrodynamischen Grundgleichungen (Massenerhaltung, Impulserhaltung und Transportgleichungen) und verwenden numerische Ansätze. Instationäre Strömungsvorgänge werden in Abhängigkeit von Ort und Zeit mittels Differentialgleichungen beschrieben. Diese Art der Modellierung ermöglicht im Gegensatz zu den rein topografischen Methoden (vgl. Hinweiskarte) eine Darstellung von Wasserspiegellagen, Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten. Auch eine differenzierte Analyse unterschiedlicher Niederschlagsbelastungen (Jährlichkeiten, Intensitäten) und deren räumliche und zeitliche Dynamik sind mit dieser Methode möglich.

Für die hydrodynamisch-numerische 2D-Modellierung von Oberflächenabfluss stehen mittlerweile eine stetig zunehmende Anzahl an verfügbaren Softwareprodukten auf dem Markt zur Verfügung.

Folgende Eingangsdaten und Informationen, sind im Modell zu berücksichtigen:

- Die Niederschlagsbelastung: Die Niederschlagsbelastung als Modellregen des Effektivniederschlags für eine definierte Dauer und Wiederkehrhäufigkeit kann im gesamten Gebiet oder auch für Teilgebiete angesetzt werden.

- Die Topographie bzw. das Geländemodell und das daraus entstandene Berechnungsnetz einschließlich der Gebäudesituation/Gebäudeumrisse (z. B. ermittelt aus dem ALKIS) sowie ggf. weiterer hydraulisch wirksamer Elemente (Dämme, Durchlässe etc.)
- Die Landnutzung zur Bestimmung der Rauheitsbeiwerte (z. B. auf Grundlage der tatsächlichen Nutzung, ALKIS/TN)
- Sofern vorhanden, die Ergebnisse aus einem Kanalnetzmodell oder Kopplung des Kanalnetzmodells an das Oberflächenabflussmodell

### Einzugsgebiet und Geländemodell

Für die Modellierung der pluvialen Überflutungen ist eine detaillierte Abbildung der Geländeoberfläche und hydraulisch relevanter künstlicher und natürlicher Strukturen besonders wichtig, um das Abflussverhalten an der Oberfläche möglichst realitätsnah abbilden zu können (Achleitner et al. 2020).

Die Modellierung hat auf Basis des von der Vermessungsverwaltung erstellten **1 x 1 m Digitalen Geländemodells (DGM)** zu erfolgen, welches für das Berechnungsmodell in einem Oberflächengitter nachgebildet wird. Die Auflösung des Rechengitters hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse. Daher sollte die Auflösung des Rechengitters immer in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabenstellung und dem damit einhergehenden Genauigkeitsanspruch erfolgen. In jedem Fall sind Bereiche, die sich im Rahmen der Bestandsanalyse als potenziell gefährdet herausgestellt haben, sowie relevante Fließwege mit einer ausreichend guten Netzauflösung zu versehen. Zur Modellierung ist das hydrologisch relevante Einzugsgebiet zu bestimmen und zu betrachten.

Die für die zu untersuchenden Niederschlagsszenarien vorgegebene Dauerstufe von einer Stunde erfordert in größeren Einzugsgebieten die Bildung von Teileinzugsgebieten mit einer maximalen Fläche von 25 km<sup>2</sup>.



Abb. 22: Einfluss der Auflösung des Rechnetzes auf die Berechnungsergebnisse (HSB 2017)

Im Zuge der Datenaufbereitung ist sicherzustellen, dass hydraulisch relevante Fließwege, wie z. B. Durchlässe, Verrohrungen und Unterführungen im Terrain durchgängig gestaltet

werden und/oder Ersatzstrukturen für Verrohrungen in dem Modell vorhanden sind. Zudem ist zu beurteilen, ob an Durchlässen, Verrohrungen und Brücken eine Verklausungsgefahr vorhanden ist und ob durch eine Verklausung mit zusätzlicher Betroffenheit zu rechnen ist. Ggf. sind zusätzliche Szenarien (siehe „Sonderszenarien“) abzustimmen und zu betrachten. Einige hydraulisch wirksame Strukturen werden im DGM zum Teil nicht ausreichend abgebildet und erfordern daher eine manuelle Integration durch den Modellierer. Hierzu zählen, mit hoher Priorität bei der Modellerstellung und nachfolgenden Maßnahmenplanungen:

- Durchlässe, Verrohrungen, Unterführungen, Tunnel
- Dämme und Wälle
- Gräben
- Bauwerke als Abflusshindernisse

Anwendungsbezogene Abbildung im Modell – je nach Relevanz:

- ggf. Mauern und hohe, abflussrelevante Bordsteine
- Gewässerprofile von kleinen Gewässern

Zur Beurteilung der Relevanz dieser Elemente können auch die Ergebnisse der topografischen Analyse und Vor-Ort-Kenntnisse (einschließlich Ortsbegehungen) bzw. Erfahrungswerte (z. B. Anwohner oder Feuerwehr) hilfreich sein. Ein erster grober Modelllauf (Testberechnung) gibt zusätzliche Hinweise auf kritische Punkte. Luftbilder können weitere Informationen enthalten. Das Liegenschaftskataster liefert weiterhin die notwendigen Informationen über die Lage und den Grundriss der Gebäude sowie die Grenzen zwischen öffentlichem und privatem Grund. Bei Gebäuden ist, je nach Abbildung im Modell (Ausstanzen, Erhöhen oder dergleichen), zu beschreiben, wie mit dem Niederschlag verfahren wird, der auf die Dachflächen fällt.

Wenn feststeht, welche Strukturen relevant sind und im Modell nachgearbeitet werden müssen, können im Einzelfall Vermessungsarbeiten erforderlich werden. Relevante Durchlässe sollten in ihren Dimensionen aufgenommen werden, falls diese Informationen nicht anderweitig verfügbar sind. Da Nachvermessungen vor allem innerorts zumeist sehr kostenintensiv sind, ist im Rahmen der Modellerstellung auch der Detaillierungsgrad zu diskutieren (MULNV NRW 2018).

Die Gebäude sollten so modelliert werden, dass sie zum einen den Fließweg blockieren, zum anderen aber keinen Verlust an beregneter Fläche bewirken. Dies kann z. B. durch das Anheben der Geländehöhen erzielt werden.

Schlussendlich sollten immer die jeweilige Aufgabenstellung und der damit verbundene Genauigkeitsanspruch berücksichtigt werden.

### **Tipp:**

Eine umfangreichere Bewertung des Einflusses bestimmter Elemente und Modellparameter auf die Ergebnisse der 2D-Modellierung findet sich z. B. in (HSB 2017).

### **Rauheiten**

Zumeist erfolgt die Definition der Rauheiten in den unterschiedlichen Softwareprodukten mit Hilfe von Manning- bzw. Stricklerbeiwerten, die für die entsprechenden Flächen spezifisch vorgegeben werden.

Im hydraulischen Modell sind die Rauheiten der Geländeoberfläche für die örtlichen Verhältnisse entsprechend den vorhandenen Oberflächenbeschaffenheiten und -nutzungen so anzusetzen, dass realistische Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten erzielt werden.



Da der Einfluss der Rauheit mit der Erhöhung der Fließtiefe abnimmt und gleichzeitig die angeströmte Fläche des Bewuchses und damit der Strömungswiderstand mit der Fließtiefe linear zunimmt, sind die Rauheiten angepasst an die Fließtiefe zu wählen.

In der nachfolgenden Tab. 6 sind Empfehlungen für die Wahl der Rauheiten für den Berechnungsansatz nach der Fließformel von Gauckler-Manning-Strickler ( $k_{St}$ -Werte) für unterschiedliche Landnutzungsarten aufgeführt. Für die Berücksichtigung fließtiefenabhängiger Rauheitswerte wird folgende Grenzziehung vorgeschlagen:

- Bis zu einer Überflutungstiefe von 2 cm wird der „Dünnsfilm“-Wert als Rauheitswert verwendet.
- Ab 10 cm wird der Rauheitswert aus der Literatur angesetzt.
- Dazwischen wird interpoliert (ggf. auch in Stufen). (Hochschule RheinMain 2021)

Tab. 6: Empfehlungen für Rauheitswerte nach Gauckler-Manning-Strickler ( $k_{St}$ -Werte) zur Modellierung von Gefahrenkarten (verändert nach (Hochschule RheinMain 2021)).

\*) Für diese Nutzungen sind keine Dünnsfilmabflüsse anzusetzen.

	Rauheit nach Gauckler-Manning-Strickler $k_{St}$ [ $m^{1/3}/s$ ]	
	Dünnsfilm bis 2 cm	ab 10 cm
Ackerland	8-10	15-30
Ackerland, verschlammte	10-15	20-35
Gartenland	3-6	5-15
Wald, Gehölz, Laub- und Nadelholz	3-6	5-20
Grünland	5-10	20-35
Rasen	3-8	20-35
Siedlungsfläche	6-15	10-20
Dachflächen *	50-60	
Fließgewässer, stehendes Gewässer *	15-35	
Fließgewässer, verschlammte *	25-50	
Fließgewässer, stark bewachsen *	5-20	
Gerinne, gemauert, Beton *	50-80	
Landwirtschaftlicher Weg (Kies, Schotter) *	20-40	
Straße, Weg (Asphalt) *	40-60	
Straße, Weg (gepflastert) *	30-50	

## Berücksichtigung des Kanalnetzes

### Exkurs: Kanalnetzmodelle:

„Kanalnetzmodelle bilden den Abflusstransport im Kanal hydrodynamisch ab. Verwendet werden hierzu vereinfachte Strömungsgleichungen (z. B. die St.-Venant-Gleichungen), die den Abfluss unter Annahme einer Hauptströmungsrichtung (eindimensional, 1D) berechnen. Abflussbildung und -konzentration werden ausgehend von den für die Teileinzugsgebiete festgelegten Parametern (Befestigungsgrad, Neigung, Versickerung, Muldenverluste etc.) über hydrologische Modelle parallel zur hydrodynamischen Berechnung abgebildet und dienen als Eingangsparemeter für die hydrodynamische Berechnung der Abflüsse im Kanal.“ (HSB 2017)

Bei allen Szenarien, auch oberhalb der Bemessungsgrenzen der Siedlungsentwässerung, kann die Kanalisation, in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten, einen Einfluss auf das Abflussgeschehen haben. Ob und auf welche Weise jedoch der Einfluss des Kanalnetzes berücksichtigt werden kann, sollte in einem ersten Schritt in Abhängigkeit von den vorhandenen bzw. erforderlichen Datengrundlagen entschieden werden. Der wichtigste Faktor ist hierbei das Vorhanden- oder Nicht-Vorhandensein von detaillierten und vollständigen Kanalnetzdaten bzw. Kanalnetzmodellen sowie auch die Größe des zu betrachtenden Einzugsgebiets. Hinweise hierzu finden sich in (HSB 2017).

In (HSB 2017) sind weiterhin mögliche Berechnungsmethoden in Abhängigkeit der Abflussbildung einschließlich der jeweiligen Anwendungsfälle, der jeweils erzielten Ergebnisse sowie weiteren spezifischen Hinweisen detailliert beschrieben. Grundsätzlich ist der Aufwand für den Aufbau eines gekoppelten Modells wesentlich höher als der für den Aufbau eines ungekoppelten Modells. Der Grund: Ein gekoppeltes Modell erfordert im Gegensatz zu einem ungekoppelten Modell immer den Aufbau zweier Modelle. Es ist jeweils im Rahmen der Konzeptentwicklung abzustimmen, welche Berechnungsmethode sinnvoll umsetzbar ist und auch in einem gesunden Verhältnis zum erwarteten Nutzen steht.

Zumeist ist eine vollständige gekoppelte Simulation von Kanalnetz, Oberfläche und Gewässernetz für große Einzugsgebiete, wie sie häufig im Rahmen des Sturzflut-Risikomanagements betrachtet werden, nicht sinnvoll möglich. Eine gekoppelte Simulation kann jedoch in begründeten Einzelfällen gebietsweise für ermittelte Hot-Spots erfolgen. Auch besteht die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes vereinfacht im Effektivniederschlag zu berücksichtigen.

Die Entscheidung zum modelltechnischen Umgang mit dem Kanalnetz (auch im Falle der Nicht-Berücksichtigung) ist zu begründen. Dabei sind auch mögliche Einschränkungen der Funktionsweise des Kanalnetzes im Ereignisfall (z.B. blockierte Einläufe durch Treibgut) zu berücksichtigen.

### Hinweise zur Ausschreibung:

Die Kommune sollte die Informationen über das Vorhandensein eines Kanalnetzmodells unbedingt im Rahmen der Ausschreibung zur Verfügung stellen. Die Kommune muss sich im Vorfeld zur Ausschreibung Gedanken über die methodische Berücksichtigung des Kanalnetzes machen, da sich der jeweils notwendige Aufwand der unterschiedlichen Methoden deutlich voneinander unterscheidet und damit großen Einfluss auf die Vergleichbarkeit der Angebote haben kann. Sollte eine solche Entscheidung im Vorfeld nicht getroffen werden können, so kann eine Analyse der möglichen Wirkung der Kanalisation im urbanen Bereich im Rahmen des Sturzflut-Risikomanagement Konzepts erarbeitet werden (Überstaunachweis nach DWA A-118 bzw. auf Basis der DIN EN 752).

## Sonderszenarien und Sensitivitätsuntersuchungen

In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, Sonderszenarien wie Verklausungen von Durchlässen und Brücken, Verschlämmung oder erhöhter Abfluss durch Geschiebe und Sedimentablagerungen abzuschätzen und zu berücksichtigen. Welche Sonderszenarien und ggf. Sensitivitätsbetrachtung zur Wirkung von Modellparametern (Versickerung, Niederschlagsverteilung) sinnvoll sind, muss im Einzelfall abgewogen werden.

Beispielweise kann eine ungünstige Topographie und die Nutzung der umliegenden Flächen die Wahrscheinlichkeit von Erosion und der Ablagerung von Feinteilen (Schlamm) und Geröll erhöhen. Weiterhin kann das Gewässernetz und die Anzahl und Gestaltung von vorhandenen Durchlässen eine zusätzliche, detaillierte Betrachtung dieser potentiellen Gefahrenstellen (Verklausung, Bauwerksversagen) notwendig machen. Die Wahl dieser Sonderszenarien/Sensitivitätsbetrachtungen sollte möglichst im Vorfeld zur Angebotserstellung mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt werden und in der Ausschreibung berücksichtigt werden.

### Plausibilisierung der Ergebnisse

Die Qualität der Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sind mit den Ergebnissen der Bestandsanalyse, durch Ortseinsichten und, sofern vorhanden, dem Abgleich mit Informationen von bereits abgelaufenen Ereignissen zu plausibilisieren. Hierbei können Einsatzdaten der Blaulichtkräfte (z. B. Feuerwehr, Polizei), Ereignisdokumentationen und Personen mit Orts- und Ereignissenkenntnis wichtige Hinweise und Informationen liefern (siehe auch Bestandsanalyse).

### Hinweis zur Plausibilisierung:

An dieser Stelle wird ausdrücklich der Begriff „Plausibilisierung“ und nicht „Validierung“ verwendet. Modelle für pluviale Überflutungen können in der Regel nicht klassisch validiert und kalibriert werden, da flächige quantitative Abflussmessungen nicht vorliegen. Mit qualitativen Informationen (Fotos, Videos, Einstaumarken an Gebäuden etc.) sind jedoch zumindest Modellplausibilisierungen möglich (Buchholz et al. 2021).

### Darstellung der Gefahren

Ein wichtiges Element des Sturzflut-Risikomanagements ist die Bereitstellung der Ergebnisse der Gefahrenermittlung in entsprechenden Karten. Sowohl die unterschiedlichen Bereiche auf kommunaler Ebene als auch weitere Betroffene und andere Akteure (Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende, Betreiber von Infrastruktureinrichtungen etc.) müssen hierdurch in die Lage versetzt werden, durch Starkregen und Sturzfluten gefährdete Bereiche einfach und verständlich identifizieren zu können. Die Kartendarstellungen dienen hierbei als wichtiges Kommunikationsmittel zwischen allen beteiligten Akteuren.

Die dargestellten Abflussszenarien sind je Niederschlagsjährlichkeit bzgl. der Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten in Kartenform im Maßstab 1:5000 (oder höher aufgelöst) zu visualisieren.

Die Darstellung der Wasserstände erfolgt je Szenario in den in Tab. 7 festgelegten Schritten, im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung werden die definierten Farben verwendet (siehe Tab. 7):

<b>Farbgebung (RGB-Werte)</b>	<b>Wasserstand</b>
<i>gering (RGB Rot 144 Grün197 Blau 246)</i>	5 bis 10 cm
<i>mäßig (RGB Rot 89 Grün169 Blau 242)</i>	10 bis 50 cm
<i>hoch (RGB Rot 11 Grün 82Blau 148)</i>	50 bis 100 cm
<i>sehr hoch (RGB Rot 7 Grün55 Blau 99)</i>	> 100 cm

Tab. 7: Schritte zur Darstellung der Wasserstände je Szenario. Die dafür jeweils definierten Farbwerte (RGB) sind in den Gefahrenkarten (pluvial) zu verwenden.

Folgende potentielle Gefahren für die menschliche Gesundheit und auch für Infrastruktur und Objekte bestehen bei den unterschiedlichen Wasserständen. Die hier dargestellten Gefahren beziehen sich auf stehende Wasserflächen. In Kombination mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten können sich auch bereits bei geringeren Wasserständen größere Gefahren ergeben.

Tab. 8: Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (MULNV NRW 2018)

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
10 – 50 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volllaufende Keller können das Öffnen von Kellertüren gegen den Wasserdruck verhindern</li> <li>• für (Klein-) Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen</li> <li>• Stromschlag-Gefahr durch überflutete Stromverteiler im Keller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überflutung und Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern</li> <li>• Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. Souterrain-Wohnungen, (Tief-) Garageneinfahrten, U-Bahn-Zugänge</li> <li>• Hohe Wasserstände in Unterführungen</li> <li>• Wassereintritt durch ebenerdige Türen</li> <li>• Wassereintritt auch durch höher gelegene Kellerfenster möglich</li> </ul>
50 – 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. o.</li> <li>• Gefahr für die menschliche Gesundheit durch Treibgut oder nicht sichtbare Unebenheiten unter der Wasseroberfläche</li> <li>• Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen möglich</li> <li>• Gefahr für öffentliche Infrastruktureinrichtungen (Strom, Telekommunikation)</li> </ul>
> 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr für die menschliche Gesundheit bei statischem Versagen und Bruch von Wänden</li> <li>• Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mögliches Versagen von Bauwerksteilen</li> </ul>

Die Darstellung der Fließgeschwindigkeit erfolgt je Szenario in den Schritten:

- ➔\* > 0,2 bis 0,5 m/s
- ➔ 0,5 bis 2 m/s
- ➔ > 2 m/s

Tab. 9: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten je Szenario.  
\*) Die Größe der Pfeile symbolisiert die Höhe der Geschwindigkeit.

Folgende potentielle Gefahren für die menschliche Gesundheit und auch für Infrastruktur und Objekte bestehen bei den unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten.



Tab. 10: Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (MULNV NRW 2018)

Fließgeschwindigkeit	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
> 0,2 – 0,5 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefahr für ältere, bewegungseingeschränkte Bürger und Kinder beim Queren des Abflusses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Versagen von Türdichtungen durch erhöhten Druck</li> </ul>
> 0,5 – 2,0 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefahr für die menschliche Gesundheit beim Versuch, sich durch den Abflussstrom zu bewegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Möglicher Bruch von Wänden durch Kombination von hohen statischen und dynamischen Druckkräften</li> </ul>
> 2,0 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefahr für die menschliche Gesundheit bei Versagen von Bauwerksteilen</li> <li>Gefahr durch mitgeführte größere Feststoffe (z. B. Container, Auto, Baumstamm etc.)</li> <li>Versagen von Bauwerkselementen in Folge von Unterspülung</li> <li>Queren des Abflusses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mögliches Versagen von Bauwerksteilen durch erhöhte dynamische Druckkräfte</li> <li>Mögliches Versagen von Bauwerksteilen durch mitgeführte Feststoffe</li> <li>Beschädigung der Bausubstanz durch Unterspülung</li> </ul>

Je Szenario sind außerdem Animationen der Ereignisverläufe (in 5-Minuten Schritten) zu erstellen und zu übergeben, um den Verlauf der Überflutungen besser nachvollziehen zu können.

#### 4.2.2 Anforderungen an die Gefahrenermittlung für fluviales Hochwasser mit hydrologischen und hydrodynamischen Modellen

Ist eine separate Berechnung von fluvialem Hochwasser erforderlich/notwendig (Gründe sind zu Beginn des Kapitels erläutert), hat dies entsprechend dem Stand der Technik zu erfolgen. Die Ermittlung maßgebender Scheitelhöhen (oder Wellenvolumina) erfolgt in der fluvialen Bemessungspraxis entsprechend der etablierten Standards auf Hochwasserereignisse definierter Wiederkehrwahrscheinlichkeiten. Diese sind für Bayern wie folgt definiert:

- $HQ_{\text{häufig}}$
- $HQ_{100}$
- $HQ_{\text{extrem}}$
- ggf.  $HQ_{100} + 15\%$

#### Vorgehensweise zur Modellierung von fluvialem Hochwasser in Bayern:

Vorgaben zur Ermittlung der Gefahren aus fluvialem Hochwasser sind der „Loseblattsammlung Hydrologie“ (Verfügbar über die Datenstelle des LfU) und dem „[Handbuch hydraulische Modellierung – Vorgehensweisen und Standards bei der 2-D-hydraulischen Modellierung von Fließgewässern in Bayern](#)“ zu entnehmen. Sofern im Folgenden nichts Abweichendes definiert ist, so gelten die in diesem Handbuch definierten Standards für die Modellierung.

Entsprechende hydrologische Planungsgrundlagen sind für zahlreiche Gewässer in Bayern abgeleitet aus Pegelstatistiken oder Modellrechnungen als Hochwasserlängsschnitte bei den Wasserwirtschaftsämtern vorhanden.

Liegen keine Bemessungswerte vor, können an unbeobachteten Einzugsgebieten (ohne Pegel) Abflussscheitel entsprechender Jährlichkeit oder korrespondierende Ganglinien mit einfachen hydrologischen Verfahren oder Niederschlag-Abfluss-Modellen (NA-Modelle) ermittelt bzw. erzeugt werden. Bei Letzteren werden beispielsweise für eine vorgegebene Wiederkehrdauer des Niederschlags z. B. einen 100-jährlichen Regen, die Abflussreaktionen eines Gebietes an einem definierten Punkt bei unterschiedlichen Niederschlagsdauerstufen betrachtet und gegenübergestellt. Häufig werden auch unterschiedliche zeitliche Niederschlagsverläufe, Vorfeuchtebedingungen oder verschiedene Verfahren zur Ermittlung von Abflussbildung und -konzentration gegenübergestellt, so dass in der klassischen, fluvialen Bemessungspraxis in der Regel eine Vielzahl verschiedener Simulationsläufe entstehen und ausgewertet werden. Für jede erforderliche Wiederkehrwahrscheinlichkeit wird dann aus der resultierenden Ganglinienschar das Ereignis mit dem maßgebenden Wellenscheitel oder je nach Zielstellung, dem maßgebenden Abflussvolumen ermittelt und als Ereignis für Bemessungszwecke verwendet. Zur Bestimmung von betroffenen Gebieten sind die maßgebenden hydrologischen Ganglinien dann einem zweidimensionalen hydraulischen Modell zu zugegeben.

Alternativ und in Abhängigkeit von der Fragestellung können bei Vorliegen entsprechender Daten gegebenenfalls auch historische Ereignisse skaliert oder geometrisch vereinfachte Ganglinien erzeugt werden. Übersichten über geeigneter Verfahren und Vorgaben zur Ermittlung von Abflusskenngrößen mit hydrologischen und hydrodynamischen Verfahren sind der „Losenblattsammlung Hydrologie“ und dem „Handbuch hydraulische Modellierung“ zu entnehmen. Sofern im Folgenden nichts Abweichendes definiert ist, gelten die in diesen Werken definierten (Mindest-)Standards für die Modellierung.

Sollen im Anschluss an die Konzepterstellung Schutzmaßnahmen vor Hochwasser ausgehend von einem Gewässer (fluviales Hochwasser) gefördert werden, sind diese Maßnahmen mit einem Klima-Vorsorgezuschlag von 15 % auf den Bemessungsabfluss ( $HQ_{100}$ ) zu dimensionieren. Es kann daher sinnvoll sein, im Rahmen der Gefahrenermittlung bereits das zusätzliche Szenario  $HQ_{100} + 15\%$  zu berücksichtigen.

Das Wasserwirtschaftsamt (WWA) berät in Bezug auf die Bemessungsabflüsse. Niederschlagswerte für Niederschlags-Abflussmodellierungen sind auf Basis von KOSTRA in der jeweils durch die Wasserwirtschaftsverwaltung eingeführten Version zu ermitteln.

### **Unterschiede zwischen Verfahren zur Ermittlung fluvialer und pluvialer Hochwassergefahren:**

Die für den fluvialen Ermittlungsansatz etablierten Verfahrensweisen lassen sich aus verschiedenen Gründen nicht auf den pluvialen Fall übertragen. Der wichtigste besteht darin, dass für die Fläche keine statistischen Abfluss-Werte (HQ) vorhanden sind und Pegelstatistiken und Längsschnitte auch keine räumlich differenzierte Abschätzung dieser Abflusskennwerte erlauben. Modelle zur Nachbildung des Abflussprozesses in der Fläche sind daher gegenwärtig der einzig verfügbare Ansatz, um Abflusskenngrößen für die Fläche zu ermitteln. Zur Ableitung quantitativer Aussagen müssen zwingend hydrologische und hydrodynamische Verfahren kombiniert werden, wodurch unweigerlich Annahmen wie beispielsweise die Gleichsetzung der Jährlichkeit von Niederschlag und Abfluss oder Vorgaben bezüglich des Bemessungsregens (Höhe, Dauer, zeitliche Verteilung) und des Anfangszustands (Vorfeuchte, Jahreszeit, usw.) erforderlich sind, die bei der Ableitung eines  $HQ_{100}$  Wertes aus Pegelmessungen irrelevant sind und die bei der fluvialen Gefährdungsermittlung weniger stark ins Gewicht fallen, weil in der Regel Kalibrierwerte aus Beobachtungen abgeleitet werden können. Für den pluvialen Ermittlungsansatz sind Varianten- oder Sensitivätsbetrachtungen daher noch relevanter als im fluvialen Fall. Die Auswertung zahlreicher Simulationsvarianten ist hier jedoch deutlich aufwendiger, da die Anzahl möglicher Simulationsläufe wegen des hohen Rechenaufwands hydrodynamischer Verfahren noch immer begrenzt ist, Simulationsmodelle mangels Messdaten kaum kalibriert oder validiert werden können und, da sich im Gegensatz zur punktuellen Betrachtung beim fluvialen Fall quantitative Aussagen nur aus flächigen Auswertungen der Fließpfade, -tiefen und ggf. -geschwindigkeiten ableiten lassen. Dort wo keine Pegelstatistiken und Längsschnitte vorhanden sind, kommen in der Regel Niederschlag-Abfluss-Modelle zum Einsatz. Die maßgebenden Abflüsse werden bestimmt und im hydrodynamisch-numerische 2D-Modell implementiert. Die hydrologische Modellierung soll in enger Abstimmung mit dem WWA erfolgen.

### **Rauheiten**

Das „Handbuch hydraulische Modellierung“ gibt Hinweise auf eine geeignete initiale Rauheitsbelegung. Abweichungen sind zu benennen und zu begründen. Vor allem im Bereich von innerörtlichen Gewässerabschnitten ist auf die detaillierte Rauheitsbelegung im Gewässerbett und den Vorländern zu achten (z. B. unterschiedliche Belegung für Uferbereiche und Gewässersohle oder bei Sonderbauwerken).

### **Sonderszenarien**

In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, Sonderszenarien wie Verklausungen von Durchlässen und Brücken sowie deren Versagen oder dem Bruch einer Verklausung zu berücksichtigen. Welche Sonderszenarien sinnvoll sind, muss im Einzelfall festgelegt werden. Die Wahl der Sonderszenarien sollte möglichst im Vorfeld der Ausschreibung und mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt werden und in den Ausschreibungsunterlagen berücksichtigt werden.

### **Anpassungen des Geländemodells**

Anpassungen am Geländemodell können vor allem an Sonderbauwerken im und am Gewässer, wie z. B. bei Brücken und Wehren, notwendig werden. In der Regel ist es für den fluvialen Ermittlungsansatz erforderlich, Gewässerprofile und Gewässerbauwerke terrestrisch zu vermessen und in das Modellnetz zu integrieren. Zusätzlich können z. B. zusätzliche Anpassung von Modellparametern (Rauheiten, Modellgrenzen, etc.) erforderlich werden.

## Darstellung der Gefahren

Für die Darstellung von Hochwassergefahren an Gewässern dritter Ordnung ist die nachfolgende Methodik anzuwenden.




Die Abflussszenarien sind für Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten in Kartenform im Maßstab 1:5000 (oder kleiner) darzustellen.

Die Darstellung der Fließtiefen erfolgt hierbei je Szenario in den folgenden Schritten, im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung werden die definierten Farben verwendet (siehe Tab. 11):

Farbgebung (RGB-Werte)	Wasserstand
sehr gering (RGB Rot 199 Grün 226 Blau 250)	5 bis 10 cm
<i>sehr gering</i> (RGB Rot 144 Grün 197 Blau 246)	10 bis 50 cm
<i>gering</i> (RGB Rot 89 Grün 169 Blau 242)	50 bis 100 cm
<i>mäßig</i> (RGB Rot 0 Grün 112 Blau 192)	100 bis 200 cm
<i>hoch</i> (RGB Rot 11 Grün 82 Blau 148)	200 bis 400 cm
<i>sehr hoch</i> (RGB Rot 7 Grün 55 Blau 99)	> 400 cm

Tab. 11: Schritte zur Darstellung der Wasserstände je Szenario. Die dafür jeweils definierten Farbwerte (RGB) sind in den Gefahrenkarten (fluvial) zu verwenden.

Die Darstellung der Fließgeschwindigkeit erfolgt je Szenario in den folgenden Schritten:

 *	> 0,2 bis 0,5 m/s
	0,5 bis 2 m/s
	> 2 m/s

Tab. 12: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten je Szenario. \*) Die Größe der Pfeile symbolisiert die Höhe der Geschwindigkeit.

Je Szenario sind außerdem Animationen der Ereignisverläufe (in 5-Minuten Schritten) zu erstellen und zu übergeben, um den Verlauf der Hochwasserereignisse besser nachvollziehen zu können.

## 4.3 B.3 Gefahren- und Risikobeurteilung

**Ziel der Gefahren- und Risikobeurteilung** ist es, die lokalen Risiken einer Überflutung aus pluvialen Überflutungen und fluvialen Hochwasser zu ermitteln und an betroffenen Standorten zu beurteilen bzw. zu bewerten.

Im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung wird systematisch beurteilt, mit welcher Wahrscheinlichkeit in einem bestimmten Gebiet mit welchen Schäden gerechnet werden

muss. Das Risiko ist dort besonders hoch, wo es eine Überlagerung von hoher Überflutungsgefahr mit hoher Vulnerabilität (Verletzlichkeit) durch eine entsprechende Nutzung (z. B. Seniorenwohnheim, Kindergarten) vorhanden ist.

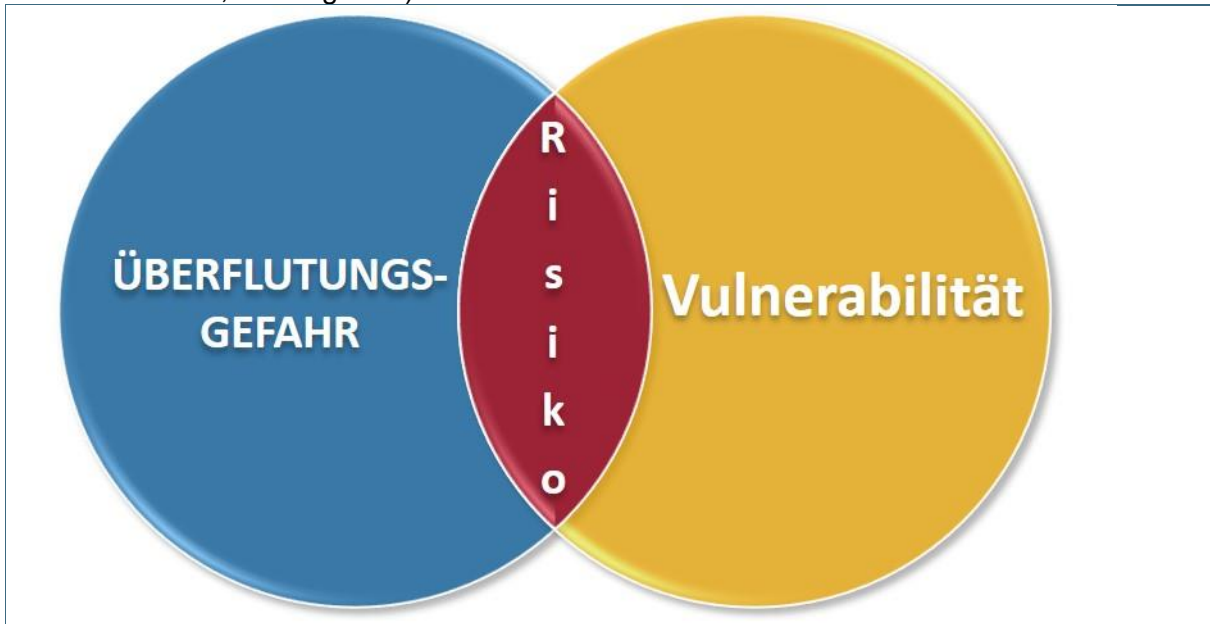


Abb. 23: Definition des Risikos durch die Überlagerung von Überflutungsgefahr und Vulnerabilität (Schadenspotential)

Die Gefahren- und Risikobeurteilung stellt eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung von zielgerichteten Vorsorgemaßnahmen dar. Es sollen besonders risikobehaftete Handlungsschwerpunkte im Einzugsgebiet identifiziert und priorisiert werden, so dass die verfügbaren Ressourcen möglichst effektiv für Maßnahmen im Interesse des Allgemeinwohles eingesetzt werden können. Die Gefahren- und Risikobeurteilung erfordert detaillierte Vor-Ort-Kenntnisse und sollte in jedem Fall nur unter intensiver Einbeziehung der jeweiligen lokalen Akteure erfolgen.

Folgende Fragenstellungen können für die Gefahren- und Risikobeurteilung eine Hilfestellung sein (LAWA 2018):

- Wo bestehen Gefahren für Leib und Leben?  
Wo ist das Überflutungsrisiko am höchsten (höchste Überflutungsgefahr und / oder höchstes Schadenspotential/Vulnerabilität)?
- Wo gibt es kritische Objekte (Kindergärten, Krankenhäuser, Pflegeheime etc.), die im Ereignisfall überflutet werden könnten? Wie gut sind diese bisher gegen Überflutungen geschützt?
- Welche Einrichtungen bedürfen spezieller Hilfe, z. B. bei Evakuierungen?
- Welche Infrastruktur- und Versorgungsobjekte sind (lebens-) notwendig und dürfen nicht ausfallen (z. B. Krankenhäuser oder die Einsatzzentralen von Polizei und Feuerwehr)?
- Wo sind besonders sensible Infrastrukturanlagen betroffen und welche Folgen hätte ihr Ausfall?
- Welche örtlichen Randbedingungen sind für die Einstufung des lokalen Überflutungsrisikos von besonderer Bedeutung?
- Wo sind zusätzliche Schäden infolge von Feinstoffen (Schlamm) und Geröll zu erwarten?



- Welche möglichen Zugangs- und Rettungswege bestehen für Einsatzkräfte bei den verschiedenen Szenarien?
- Welche Infrastrukturelemente sind bereits gegen Überflutungen geschützt und bedürfen daher keiner besonderen Berücksichtigung?

Die Methode zur Bewertung und Darstellung der Risiken hängt von der Verfügbarkeit geeigneter Datengrundlagen sowie von den gestellten Anforderungen an den Detaillierungsgrad infolge der spezifischen Zielsetzung einer Kommune ab. Daher muss sich die Kommune im Vorfeld damit auseinandersetzen, für welche Zielgruppen und für welchen konkreten Zweck die Analysen bzw. die zu erstellenden Risikokarten eingesetzt werden sollen. Hieraus ergibt sich der notwendige Detaillierungsgrad der zu erstellenden Karten und damit gleichermaßen auch der verbundene Aufwand der zugehörigen Analysen und ggf. aktive Einbindung betroffener Akteure. Häufig liegen die zur Bestimmung der spezifischen Schadenspotenziale (Vulnerabilität bzw. Verwundbarkeit eines Gebietes) notwendigen Daten nicht detailliert vor bzw. der Aufwand zur umfangreichen Erfassung dieser Daten steht häufig nicht im Verhältnis zum jeweiligen Nutzen.

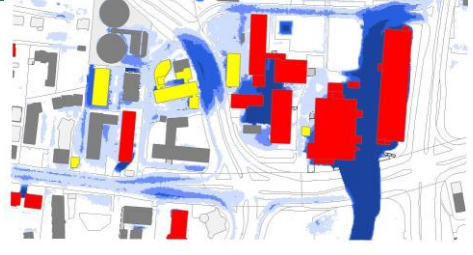
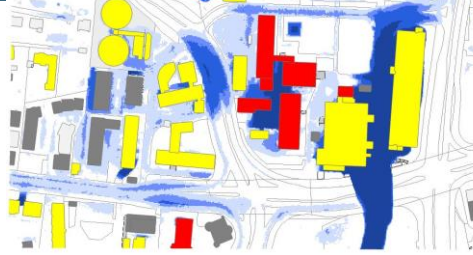












Standardmäßig hat eine vereinfachte Betrachtung auf Basis einer objektbasierten Bewertung der Überflutungsgefährdung zu erfolgen. Diese ist mit weniger Aufwand verbunden und gibt einen guten ersten Überblick über die im Einzugsgebiet vorliegenden Risiken. Auf dieser Basis können spätere, detaillierte Methoden besser eingeplant, aber auch verständliche Informationen für kommunale, aber auch nicht kommunale Betroffene (z. B. Netzbetreiber, Krankenhäuser, Pflegeheime etc.) zur Verfügung gestellt werden, die dann die Analysen der eigenen Objekte vertiefen müssen.

Tab. 13 und Tab. 14 geben einen Überblick über die unterschiedlichen Methoden, die im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung eingesetzt werden können. Die als Standard definierte vereinfachte Methode sowie die für besonders sensible Objekte und die kommunalen Einrichtungen empfohlene „vereinfachte Schadenspotenzialzuordnung“ werden im folgenden Kapitel näher erläutert. Bei Einzugsgebieten mit hohem Gefälle empfiehlt sich zudem, eine flächenbasierte Bewertung der Personenflutsicherheit vorzunehmen. Weiterhin sind in Tab. 15 ergänzende, optionale kleinräumige Detailanalysen erläutert.

Tab. 13: Methoden zur Gefahren- und Risikoanalyse; in grün eingerahmt ist die als Standard definierte vereinfachte Methode

	<b>Vereinfachte Methode</b>	<b>Detaillierte Methode</b>	<b>Ergänzende Analyse</b>
	<b>Objektbasierte Bewertung der Überflutungsgefährdung</b>	<b>Vereinfachte Schadenspotenzialzuordnung</b>	<b>Flächenbasierte Bewertung der Personenflutsicherheit</b>
<b>Vorgehensweise</b>	Expositionsanalyse: örtliche Nähe von Objekten (z. B. Gebäuden) zu Überflutungsflächen	Verschneidung der Überflutungsbeeinträchtigung mit einer vereinfachten Schadenspotenzialzuordnung für Gebäude und Flächen	Verschneidung von Wasserständen, Fließgeschwindigkeiten und Strömungsintensität
<b>Eingangsdaten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstände</li> <li>• Gebäude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstände</li> <li>• Gebäude- und Flächennutzung mit zugehörigem Schadenspotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstände</li> <li>• Fließgeschwindigkeiten</li> <li>• Strömungsintensität</li> </ul>
<b>optional ergänzende Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besondere Risikoobjekte</li> <li>• Fließgeschwindigkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besondere Risikoobjekte</li> <li>• Darstellung einer separaten Schadenspotenzialkarte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flucht und Rettungswege, Zugänge zu Risikoobjekten</li> </ul>
<b>Aufwand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittel</li> </ul>
<b>Anwendungsfall</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardfall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planen und Priorisierung von Maßnahmen</li> <li>• Einsatzplanung Katastrophenfall</li> <li>• Abschätzen von möglichen Schäden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betroffenheit von Flucht und Rettungswegen</li> </ul>

Tab. 14: Beispielhafte Darstellung der unterschiedlichen Karten zur Gefahren- und Risikobeurteilung

	Vereinfachte Methode	Detaillierte Methode	Ergänzende Analyse
	<b>Objektbasierte Bewertung der Überflutungsgefährdung</b>	<b>Vereinfachte Schadenspotenzialzuordnung</b>	<b>Flächenbasierte Bewertung der Personenflutsicherheit</b>
<b>Kartendarstellung</b>			
<b>Karteninhalte</b>	<p>Überflutungsgefährdung der Gebäude</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> gering</li> <li> mäßig</li> <li> hoch</li> <li> sehr hoch</li> </ul>	<p>Überflutungsrisiko der Gebäude</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> gering</li> <li> mäßig</li> <li> hoch</li> <li> sehr hoch</li> </ul>	<p>Gefährdung für Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Gefahr</li> <li> hohe Gefahr</li> <li> sehr hohe Gefahr</li> </ul>

Tab. 15: Ergänzende, optionale kleinräumige Detailanalysen

<b>Ergänzende kleinräumige Detailanalysen</b>
-----------------------------------------------

	<b>Überflutungsdauer und -dynamik</b>	<b>Bodenerosion, Geröll, Treibgut und Gefahrstoffe</b>	<b>Einzugsgebiete, Hauptfließwege und Eintrittsbereiche in Siedlungsbereiche</b>	<b>Ausmaß bzw. Ausdehnung der Überflutung</b>
<b>Vorgehensweise</b>	Analyse des dynamischen Überflutungsgeschehens	Analyse der Erosionsgefährdung sowie Gefahren durch Geröll, Treibgut oder Gefahrstoffe	Analyse der Fließwege sowie der Einzugsgebiete von besonderen Überflutung-Hotspots	Identifikation von besonderen Überflutung-Hotspots mit großen Überflutungs-Ausdehnungen und Wasserständen
<b>Eingangsdaten</b>	Animationen der numerischen Modellierung: zeitlicher Verlauf von Wasserständen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Bodenabtrags-Gleichung für anstehende Böden</li> <li>• Bereich mit potenziell erhöhtem Aufkommen von gefährlichem Treibgut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• topografische Fließweganalyse</li> <li>• Analyse der Ursprungsgebiete</li> </ul>	Wasserstände Vorgabe eines Grenzwertes für Wasserstand und Überflutungsfläche
<b>Aufwand</b>	je nach Anwendungsfall			
<b>Anwendungsfall</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorisierung von Maßnahmen</li> <li>• Einsatzplanung Katastrophenfall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landwirtschaftliche Flächen</li> <li>• Identifikation von Bereichen, die einer erhöhten Sicherung bedürfen</li> </ul>	Maßnahmenplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation von besonderen Überflutung-Hotspots</li> <li>• Priorisierung von Maßnahmen</li> </ul>

Zu Visualisierung der Ergebnisse der Gefahren- und Risikobeurteilung in Risikokarten sind die in Tab. 16 definierten Farben zu verwenden.

RGB-Wert	Bezeichnung
<i>RGB Rot 242 Grün 242 Blau 242</i>	gering
<i>RGB Rot 128 Grün 128 Blau 128</i>	mäßig
<i>RGB Rot 255 Grün 255 Blau 0</i>	hoch
<i>RGB Rot 255 Grün 0 Blau 0</i>	Sehr hoch

Tab. 16: Farbgebung (RGB-Werte) im Rahmen der Gefahren- und Risikobeurteilung.

#### 4.3.1 Vereinfachte Methode zur Gefahren- und Risikobeurteilung: Objektbasierte Bewertung der Überflutungsgefährdung (Mindestanforderung)

Im Rahmen einer vereinfachten Methode zur Gefahren- und Risikobeurteilung werden die Ergebnisse der Gefahrenermittlung flächendeckend um die Kennzeichnung von überflutungsbetroffenen bzw. gefährdeten Objekten (z. B. Gebäude) ergänzt. **Diese Methode stellt den Mindeststandard der Gefahren- und Risikobeurteilung dar.**

Die Überflutungsbetroffenheit ergibt sich aus einer Verscheidung der Objekte mit den ermittelten Überflutungsflächen (aus der Gefahrenermittlung). Die Objekte werden hinsichtlich ihrer Überflutungsgefährdung entsprechend der Klassifizierung in Tab. 17 markiert. Eine Kartendarstellung erfolgt mindestens für das Szenario 2 (außergewöhnliches Ereignis) bei pluvialen Überflutungen und für ein 100-jährliches Hochwasser HQ<sub>100</sub> bei separat betrachteten fluvialen Hochwasser.

Überflutungsgefährdung	Wasserstand
gering	(5) bis 10 cm
mäßig	10 bis 50 cm
hoch	50 bis 100 cm
sehr hoch	> 100 cm

Tab. 17: Klassifizierung der Überflutungsgefährdung von Objekten, welche sich in unmittelbarer Nähe zu Überflutungsflächen befinden.

Diese Methode ist mit vergleichsweise niedrigem Aufwand umsetzbar. Dennoch vermittelt sie einen schnellen Eindruck über die örtliche Lage von durch Überflutungen gefährdeten Objekte. Die Nutzung der Gebäude und damit auch die Vulnerabilität fließt nicht mit ein, wodurch auch keine unmittelbare Bewertung von Schadenspotenzialen möglich ist.



### 4.3.2 Detaillierte Methoden zur Gefahren- und Risikobeurteilung (optional):

#### Vereinfachte Schadenspotenzialzuordnung

Im Rahmen der vereinfachten Schadenspotenzialzuordnung erfolgt die Gefahren- und Risikobeurteilung auf Basis einer Verschneidung der Überflutungsgefahr und dem sog. Schadenspotenzial. Demnach sind besondere Risikoschwerpunkte dort zu finden, wo gleichzeitig ein besonderes Ausmaß der Überflutung und ein hohes bis sehr hohes Schadenspotenzial vorliegen.

Die Betrachtung erfolgt für den öffentlichen Raum, öffentliche Infrastrukturen, sensible Nutzungen und Objekte sowie für kommunale Einrichtungen. Flächen mit Wohnbebauung oder Gewerbe werden lediglich pauschalisiert in der Schadenspotenzialanalyse einbezogen. Eine differenzierte Bewertung privater Einzelanwesen oder Gewerbebetriebe erfolgt nicht. Dieses verbleibt in der Verantwortung der Betreiber und Eigentümer, Die Kommunen stellen hierfür die Unterlagen des Konzepts bzw. v. a. der Gefahrenermittlung zur Verfügung.

#### **Schritt 1: Bewertung des Schadenspotenzials**

Die Bewertung des Schadenspotenzials erfolgt durch eine Identifikation von besonders schutzbedürftigen oder schadensrelevanten Objekten, Bereichen oder Infrastruktureinrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das öffentliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere negative Folgen eintreten würden.

Die eintretenden Schäden können sowohl monetärer als auch nicht-monetärer Natur sein.

Zu den nicht-monetären Schäden gehören

- die Gefährdung menschlicher Gesundheit und Leben,
- die Beschädigung von Kulturgütern und Umweltschäden, wie die Verunreinigung von Böden und Gewässern, oder
- die Beeinträchtigung von Ökosystemen.

Monetäre Schäden können hingegen vor allem auftreten

- an Gebäuden und Inventar
- an öffentlichen Einrichtungen
- an Anlagen der Wirtschaft und Industrie
- durch Störung oder Ausfall von Produktions- und Dienstleistungsprozessen
- in der Land- und Forstwirtschaft
- an der Infrastruktur sowie
- an Gewässern und wasserbaulichen Anlagen.

Die Analyse erfolgt idealerweise softwareunterstützt flächendeckend für alle Objekte und Bereiche in der Kommune (insbesondere Infrastruktureinrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das öffentliche Gemeinwesen) durch eine qualitative Einschätzung der möglichen monetären oder nicht-monetären Schäden mit Hilfe einer vereinfachten Schadenspotenzialzuordnung basierend auf der Flächen- bzw. Gebäudenutzung. Da auch bei gleicher Nutzungsart verschiedener Objekte die tatsächlichen Schadenspotenziale stark streuen können, wird ein mittleres Schadenspotenzial je Nutzungsart angenommen. Hinweise zu möglichen Klassifizierungen finden sich z. B. in (DWA-M 119 2016) und (BWK/DWA-Arbeitsgruppe 2013).

Tab. 18 gibt einen Überblick über eine mögliche Zuordnung zu Schadenspotenzialen auf Basis der Nutzungsarten.

Tab. 18: Zuordnung von Nutzungsarten (Gebäude/Fläche) zu Schadenspotenzialen und -klassen (nach (DWA-M 119 2016))

Schadenspotenzialklasse	Nutzungsart Gebäude/Fläche	Schadenspotenzial
1	Kleingartenbebauung	gering
	Parks/Grünflächen	
2	Wohnbebauung	mäßig
	Einzelhandel/Kleingewerbe	
3	Industrie/Gewerbe	hoch
	Schule/Hochschule	
4	Kindergarten/Krankenhaus/Altenheim	sehr hoch
	Rettungs- und Einsatzorganisation (Feuerwehr, Polizei, etc.)	
	Energieversorgung/Telekommunikation	
	Tiefgarage	
	U-Bahnzugang	
	Unterführungen	

Die Darstellung der zugeordneten Schadenspotenziale kann zusätzlich in einer sog. Schadenspotenzialkarte (möglichst objekt- oder flurstücksbezogen) erfolgen. Diese enthält eine übersichtliche Darstellung von Ergebnissen der Schadenspotenzialanalyse, in der die gebäudebezogene Bewertung möglicher Schäden in Schadenspotenzialklassen ausgewiesen ist.

**Schritt 2: Verschneiden von Überflutungsgefahr und Schadenspotenzialklassen**

Durch eine Verschneidung der Überflutungsgefährdung (Darstellung aller Flächen im EZG vergleichend zur Klassifizierung nach (Tab. 17 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)) mit den Schadenspotenzialklassen (Tab. 18) ergibt sich eine Klassifizierung des Risikos (Tab. 19). Es erfolgt die Darstellung der ermittelten Risikoklassen als sog. Risikokarte für jedes der für die Betrachtung ausgewählte Szenario.

*Hinweis:* Abweichend vom DWA-A 119 wird nicht empfohlen, eine Darstellung in Abhängigkeit von der Auftrittswahrscheinlichkeit zu wählen, da diese häufig zu Fehlinterpretationen führt. (Beispiel: Das Risiko sinkt mit zunehmender Jährlichkeit, da ein Ereignis  $T_n = 50$  a seltener als ein Ereignis  $T_n = 30$  a ist).

Tab. 19: Klassifizierung des Risikos bei Durchführung der vereinfachten Schadenspotenzialzuordnung

Risiko		Schadenspotenzial			
		gering	mäßig	hoch	sehr hoch
Überflutungsgefahr	gering	gering	gering	mäßig	mäßig
	mäßig	gering	mäßig	mäßig	hoch
	hoch	mäßig	mäßig	hoch	sehr hoch
	sehr hoch	mäßig	hoch	sehr hoch	sehr hoch

## Flächenbasierte Bewertung der Personenflutsicherheit

Die Personenflutsicherheit gibt Anhaltspunkte darüber, ob sich Personen außerhalb von Gebäuden in überfluteten Flächen fortbewegen können, ohne mitgerissen zu werden bzw. ob mit Gefahren durch Ertrinken zu rechnen ist. **Bei dieser Methode handelt es sich um eine optionale Untersuchung.**

Maßgeblich für die Beurteilung, ob eine Gefahr für Leben oder Gesundheit besteht, sind Kinder mit einem Alter von ungefähr 5 Jahren. Lebensgefahr für Kleinkinder ( $\leq 5$  Jahre) besteht bereits bei den folgenden Voraussetzungen (Cox et al. 2010):

- Wassertiefe  $\leq 0,5$  m und
- Strömungsintensität (Fließgeschwindigkeit x Wassertiefe)  $\leq 0,4$  m<sup>2</sup>/s und
- Fließgeschwindigkeit  $\leq 2$  m/s

Bei Vorliegen der genannten Bedingungen kann grundsätzlich auch von einer hohen Gefahr für gebrechliche Personen sowie Kinder bis zum Jugendalter ausgegangen werden.

Die Begehrbarkeit für Erwachsene in guter körperlicher Verfassung stellt eine zusätzliche Information für die Erstellung von Einsatzplänen dar. Im Überschwemmungsfall ist von einer großen Gefährdung für Erwachsene auszugehen, wenn folgende Kriterien zutreffen (Cox et al. 2010):

- $0,5$  m < Wassertiefe  $\leq 1,2$  m und
- $0,4$  m<sup>2</sup>/s < Strömungsintensität (Fließgeschwindigkeit x Wassertiefe)  $\leq 0,6$  m<sup>2</sup>/s und
- Fließgeschwindigkeit  $\leq 2$  m/s

Für gesunde Personen in guter körperlicher Verfassung, die idealerweise auch entsprechend ausgebildet sind, stellt dies die Grenze dar, bis zu welcher eine Fortbewegung im fließenden Wasser unter erhöhtem Risiko noch möglich ist. Für untrainierte und gebrechliche Personen besteht auch hier akute Lebensgefahr. Wird eine dieser Bedingungen überschritten, besteht grundsätzlich Lebensgefahr.

Tab. 20: Klassifizierung der Gefährdung von Personen in überfluteten Gebieten (RGB-Werte für die Darstellung der Gefährdung).

Gefährdung	Beschreibung (Legende)	Zusatzinformation (Legende)
<b>Gefahr</b> (RGB Rot 255 Grün 204 Blau 0)	Gefahr: Lebensgefahr für Kinder und gebrechliche Personen	Wassertiefe $\leq 0,5$ m und Strömungsintensität $\leq 0,4$ m <sup>2</sup> /s und Fließgeschwindigkeit $\leq 2$ m/s
<b>hohe Gefahr</b> (RGB Rot 255 Grün 140 Blau 0)	Hohe Gefahr: Lebensgefahr, ggf. für Personen in guter körperlicher Verfassung und entsprechender Ausbildung noch begehbar (z. B. Rettungskräfte)	$0,5$ m < Wassertiefe $\leq 1,2$ m und $0,4$ m <sup>2</sup> /s < Strömungsintensität $\leq 0,6$ m <sup>2</sup> /s und Fließgeschwindigkeit $\leq 2$ m/s
<b>sehr hohe Gefahr</b> (RGB Rot 255 Grün 0 Blau 0)	Sehr hohe Gefahr: Allgemeine Lebensgefahr	Wassertiefe > $1,2$ m oder Strömungsintensität > $0,6$ m <sup>2</sup> /s oder Fließgeschwindigkeit > $2$ m/s

### **Besondere Risikoobjekte**

Ergänzend können in den Karten die Lage von besonderen „Risikoobjekten“ dargestellt werden. Dies sind beispielsweise Risikoobjekte, bei denen Menschenleben unmittelbar gefährdet sind (z. B. Einrichtungen mit Menschen, die in Gefahrensituationen eingeschränkt mobil sind, Verkehrsunterführungen, Zufahrten zu Tiefgaragen und sonstige Zugänge zu tiefliegenden Anlagen und Gebäuden etc.) oder aber wichtige Infrastruktureinrichtungen. Auch die örtlichen Evakuierungsmöglichkeiten sowie die Zugangs- und Rettungswege sollten einbezogen werden. Zudem können bedeutende Schutzgebiete (z. B. Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete), EG-Vogelschutzgebiete (SPA), Trinkwasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete) betrachtet werden.

In der folgenden Tab. 21 sind beispielhaft besondere Risikoobjekte aufgelistet:

Tab. 21: Liste kritischer Bereiche und Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (nach (LUBW 2016))

Objekt/Bereich	Risikoaspekt
Besonders kritische Objekte, z. B. Einrichtungen für Menschen mit Behinderungen, Schulen, Kindergärten, Alten- und Seniorenheime, Krankenhäuser, Museen, Bibliotheken etc., insbesondere, wenn im Erdgeschoss ein erhöhtes Schutzbedürfnis besteht oder Abgänge zu Kellergeschossen vorhanden sind	Erhöhtes Schadenspotenzial, erhöhte Gefahr für Gesundheit, Bevölkerung mit speziellen Bedürfnissen (z. B. eingeschränkte Mobilität) für Schutz und Evakuierung, evtl. kulturhistorische Relevanz
Geländetiefpunkte, wie Unterführungen und Senken	Gefahr durch Ertrinken, Wegfall von Evakuierungs- und Einsatzrouten
Abschüssige Straßen	Ausbildung hoher Fließgeschwindigkeiten und neuer Fließwege
Abgänge zu Unterführungen, öffentliche Tiefgaragen, tiefliegende Fußgängerpassagen	Fehlende Rettungswege, mögliche Falle für Bevölkerung
An die Straßen angrenzende öffentliche Bebauung mit ausgebautem Kellergeschoß oder Kellerfenstern auf Straßenniveau; Eingänge zu Kaufhäusern und Geschäften auf Straßenniveau	Erhöhtes Schadenspotenzial
Verkehrsknotenpunkte wie Bahnhöfe, U-Bahnhöfe	Erhöhtes Schadenspotenzial, Wegfall von Evakuierungsrouten, mögliche Falle für Bevölkerung
Standorte der Rettungs- und Einsatzkräfte (Feuerwehr, Sanitätsdienste, Polizei, evtl. Militär)	Wichtige Infrastruktur zum Krisenmanagement, Erreichbarkeit im Ereignisfall, Sicherstellung des Zugangs zu den betroffenen Gebieten
Einrichtungen und Objekte mit möglichen Schadstoffquellen, die zu einer Gefährdung im öffentlichen Raum führen können, wie beispielsweise <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tankstellen und Lager für wassergefährdende Stoffe</li> <li>• Forschungseinrichtungen mit wasser- und gesundheitsgefährdenden Stoffen</li> <li>• Kläranlagen</li> <li>• Landwirtschaftliche Betriebe mit Chemikalienlagern und/oder Tierhaltung</li> <li>• Produktionsanlagen</li> <li>• Chemielager</li> </ul>	Hohes Schadenspotenzial durch Folgeschäden
Erosionsgefährdete Gebiete	Hoher Materialtransport
Verrohrungen, Brückendurchlässe	Veränderte Überflutungsszenarien infolge Verkläunungen
Freizeiteinrichtungen mit hohem Publikumsverkehr	Hohes Schadenspotenzial, Evakuierungszentrum
Justizvollzugsanstalten	Eingeschränkte Mobilität
Objekte der Energieversorgung	Wichtige Infrastruktur, Versorgungsrelevanz
Einrichtungen der Wasserversorgung	Wichtige Infrastruktur
Einrichtungen des Funk- und Fernmeldewesen	Wichtige Infrastruktur

Bei der kommunalen Risikobetrachtung Betrachtung der besonderen Risikoobjekte sollten auch Einrichtungen berücksichtigt werden, die außerhalb der Eingriffs- und Handlungsmöglichkeiten der Kommune liegen (z. B. private Krankenhäuser, Pflegeheime, Kindergärten,



Stromversorger etc.). Diese Einrichtungen sollten aktiv durch die Kommune auf die möglichen Gefahren und Risiken angesprochen und informiert werden.

### 4.3.3 Risiko-Steckbriefe

Für ausgewählte von Überflutungen besonders betroffene (öffentliche) Objekten und Bereiche sollen Risiko-Steckbriefe erstellt werden, in denen detaillierte, objektbasierte Risikoeinschätzung inkl. Begründung knapp zusammengefasst und bildlich dokumentiert werden können. In den Steckbriefen sollen bereits Handlungserfordernisse und in Abhängigkeit des jeweils zu definierenden Schutzniveaus ggf. erste Maßnahmenoptionen formuliert werden. Sie können weiterhin Dritten als Vorlage zur Beurteilung von nichtöffentlichen Objekten zur Verfügung gestellt werden.

Die Steckbriefe sollten Aussagen zu folgenden Aspekten enthalten:

- Charakterisierung der Überflutungsgefährdung inkl. Nennung der zu erwartenden Überflutungstiefen
- Charakterisierung des Schadenspotenzials (Art und Ausmaß)
- Bilddokumentation
- Risikoeinschätzung
- Definition eines individuellen Schutzziels
- Einschätzung zur Notwendigkeit von Vorsorgemaßnahmen

### 4.3.4 Definition eines Schutzziels

Die Kommune legt das kommunale Schutzziel auf Basis der Erkenntnisse aus den ersten drei Konzeptschritten (Bestandsanalyse (siehe Kap. 4.1), Gefahrenermittlung (siehe Kap. 4.2) sowie der Gefahren- und Risikobeurteilung (siehe Kap. 4.3)) fest. Dies hat wiederum, sofern separat ermittelt, auch separat für pluviale Überflutungen und fluviales Hochwasser zu erfolgen. Bei fluvialen Hochwässern sind die Schutzmaßnahmen grundsätzlich nach dem bayernweiten Standard Bemessungslastfall auf  $HQ_{100} + 15\%$  auszulegen.

Wie bereits mehrfach betont, ist es nicht möglich, vollständigen Schutz vor sämtlichen negativen Folgen von Starkregen herzustellen. Mit Hilfe von ausgewählten Maßnahmen ist es jedoch möglich, die örtlich identifizierten Gefahren und Risiken wirtschaftlich angemessen zu minimieren.

Es müssen Antworten auf die Fragen „Was darf wo nicht passieren, bzw. was darf wo zugelassen werden?“, entwickelt werden. Die Definition eines Schutzziels soll dabei helfen, die Maßnahmenplanung aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Gefahren- und Risikobeurteilung vorzubereiten und die für das definierte Schutzziel notwendigen Maßnahmen auszuwählen. Die Kommune definiert auf diese Weise ein – über die Regelwerke zur Bemessung der Kanalisation hinausgehendes – Schutzniveau, welches realistisch und mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durch ein individuelles Maßnahmenpaket erreichbar ist. Im Rahmen des Bausteins B.5 Integrale Strategie zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement erfolgt anschließend der Vergleich zwischen dem im Vorfeld gesetzten Schutzziel und dem jeweils durch die Maßnahmen erreichbaren Schutzniveaus. Gleichermaßen ergibt sich hieraus auch, welches Restrisiko auch nach Umsetzung der ausgewählten Maßnahmen verbleibt.

Die in Kapitel 4.5 dargestellte Grafik (Abb. 24) visualisiert diesen Zusammenhang zwischen dem zu definierenden Schutzziel, den zugehörigen Maßnahmen sowie dem verbleibendem Restrisiko. Dies verdeutlicht, dass erst dann sinnvoll Maßnahmen ausgewählt und geplant werden können, wenn das zu erreichende Schutzziel klar definiert ist.

Das **Schutzziel** beantwortet die Frage: „Für **WAS** oder bis **WOHIN** wird mit **WELCHEM** Aufwand ein Schutz geboten bzw. Vorsorge getroffen?“.

Zur Definition eines Schutzzieles kann die Kommune grundsätzlich zwei unterschiedliche Wege gehen:

Sie kann für das gesamte Einzugsgebiet oder den gesamten Siedlungsbereich ein generelles, allgemeingültiges Schutzziel definieren. Vergleichbar ist dieses Vorgehen u.a. mit den Vorgaben der DIN EN 752 (DIN EN 752 2017). Das bedeutet, dass die Kommune bestimmte Überflutungsszenarien für ausgewählte Jährlichkeiten flächendeckend in Kauf nimmt bzw. das Schutzziel basierend auf Jährlichkeiten festlegt. Beispielhaft könnte vorgegeben werden, dass das Regenwasser durch entsprechende Maßnahmen bis zu einer Wassertiefe von 30 cm auf den Straßen stehen darf, vor allem dort, wo ohne die entsprechenden Maßnahmen bei Starkregen die Überschwemmungen zu noch größeren Wassertiefen führen würden. Dementsprechend müssen die Eigentümer ihre Gebäude vor eindringendem Wasser – zumindest bis zu dem tolerierten Wasserstand – schützen. Dieses Konzept hat beispielsweise die Stadt Kopenhagen erfolgreich umgesetzt (mehr Information unter: <https://international.kk.dk/artikel/climate-adaptation>) (Kruse 2016).

Eine andere Möglichkeit ist hingegen eine objektspezifische Festlegung eines Schutzzieles. Dies erfolgt auch im Rahmend der Risiko-Steckbriefe für ausgewählte Objekte. Für bauliche Maßnahmen gegen wild abfließendes Wasser gibt es derzeit keine vorgeschriebenen einheitlichen Schutzziele. Z. B. können neue Planungen auch ein höheres Schutzziel erhalten als der Bestand. Die Kommune muss jeweils im Einzelfall definieren, welche Schäden zugelassen und welche Schäden, ggfls. bis zu welcher Jährlichkeit, unbedingt durch geeignete Maßnahmen verhindert werden müssen.

Die Definition eines Schutzzieles ist ein wichtiger Schritt, der jedoch oftmals noch ungenügend behandelt wird. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keine Maßnahme sinnvoll – also sowohl hinsichtlich ihrer Funktion und auch ihrer Kosten – geplant werden kann, wenn das jeweils zu erreichende Schutzziel nicht im Vorfeld definiert ist. Auch sollte sich die Kommune nicht zu ambitionierte Ziele setzen, denn der zu bietende Schutz sollte sich regelmäßig auf Bereiche beschränken, wo das Interesse der Allgemeinheit oder eine besondere kritische öffentliche Infrastruktur vorliegt. Wichtig ist die Kommunikation mit der Öffentlichkeit, damit allen Akteuren klar ist, dass sie aufgefordert sind, das verbleibende Risiko durch Eigenvorsorge abzudecken.

## 4.4 B.4 Konzeptionelle Maßnahmenentwicklung

**Ziel der konzeptionellen Maßnahmenentwicklung** ist die Erarbeitung von ortsspezifischen und individuellen Vorsorgemaßnahmen, die sowohl technisch als auch nicht-technisch sein können und auf die Vermeidung oder Minderung der Risiken aus Starkregen und Sturzfluten abzielen. Die Maßnahmen sind in einem Handlungskonzept zusammenzustellen.

### 4.4.1 Hinweise zum Handlungskonzept

Die Gefahrenermittlung und die darauf basierende Risikoanalyse liefern die Grundlage zur Erstellung eines kommunalen Handlungskonzeptes zur Vermeidung oder Minderung von Schäden infolge von Starkregen und Sturzfluten. Die im Handlungskonzept enthaltenen Maßnahmen sind aufbauend auf der Gefahren- und Risikobeurteilung unter Berücksichtigung der definierten Schutzziele konzeptionell zu entwickeln und dementsprechend zu priorisieren. Dabei sind verschiedene Lösungsvarianten miteinander zu vergleichen und die jeweiligen Vor- und Nachteile herauszuarbeiten. Aus diesen Varianten sollen zielführende Maßnahmen ausgewählt und in einer Vorzugsvariante zusammengefasst werden. Die letztendliche Entscheidung über das Vorgehen und die Maßnahmen trifft die Kommune auf Basis der erarbeiteten Varianten.

Es ist unerlässlich, dass die einzelnen Maßnahmen jeweils mit den Betroffenen, Eigentümern oder auch Verantwortlichen erarbeitet werden. Einerseits sind diese in der Lage, ihr lokales Wissen und ggf. zusätzliche Ideen einzubringen, andererseits sollen diese Maßnahmen auch durch oder mit ihnen zusammen verwirklicht werden, was deren Akzeptanz erfordert. Um fachlich fundierte und wirksame Lösungen zu finden, sind die jeweils betreffenden Behörden, wie z. B. das Amt für Ländliche Entwicklung, das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Wasserwirtschaftsamt, bereits frühzeitig bei der Maßnahmenerarbeitung einzubinden. Auch Konkurrenzsituationen der entwickelten Maßnahmen zu anderen kommunalen sind in Betracht zu ziehen (z. B. Flächenverlust bei Neubaugebieten, Nutzungsansprüche an Straßen und Freiflächen, Verzicht auf Barrierefreiheit, optisch-gestalterische Einbußen usw.) (MULNV NRW 2018).

Die Maßnahmen sind in konzeptionellem Detaillierungsgrad in [Maßnahmensteckbriefen](#) bzgl.

- Verantwortlichkeit,
- Art,
- Umfang,
- Kosten,
- Umsetzungsrisiken,
- Nachteilen / Beeinträchtigungen,
- ggf. Unterhaltungsaufwand,
- voraussichtlicher Dauer und Umsetzungszeitraum

zu beschreiben. Auch Maßnahmen Dritter sollen aufgeführt werden und können so als Empfehlung bzw. Motivation dienen.

#### 4.4.2 Handlungsfelder und Maßnahmentypen

Wie in Tab. 22 dargestellt, existieren Maßnahmen aus verschiedenartigen Handlungsfeldern, aus denen sich auch unterschiedliche Zielgruppen und Verantwortlichkeiten ergeben. Jedes Handlungsfeld weist individuelle Überflutungsrisiken und somit auch darauf abgestimmte spezifische Maßnahmenstrategien auf. Jedoch ist für ein Gesamtkonzept von entscheidender Bedeutung, einen integrierten Ansatz zu verfolgen, der die verschiedenen Schutzmaßnahmen kombiniert (von der Planung über technische und verhaltensbezogene Maßnahmen bis hin zu Risikokommunikation), da hierdurch der bestmögliche Effekt erzielt werden kann. Keine der im Folgenden genannten Maßnahmen allein stellt ein „Allheilmittel“ für die Überflutungsvorsorge dar. Sie sind vielmehr einzelne Bausteine, die erst gemeinsam ihre volle Wirkung entfalten. Bei der Maßnahmenauswahl ist das Ziel zu verfolgen, möglichst viele Synergien mit anderen planerischen Themenfeldern (Ortsgestaltung, Gewässerökologie, Erholung, Stadtklima etc.) anzustreben. Hierbei sollten vor allem solche Maßnahmen verfolgt werden, die einerseits in der Lage sind, ein Problem mit wenig Aufwand zu lösen bzw. zu lindern, andererseits aber kaum Nachteile mit sich bringen, falls sich ihr Anlass im Nachhinein als nicht stichhaltig erweisen sollte (sog. „no-regret-Maßnahmen“) (Benden 2014). Weiterhin ist es unerlässlich, dass diese einzelnen Maßnahmen jeweils mit den Verantwortlichen, Betroffenen und Eigentümern erarbeitet werden.

#### **Tipp:**

Eine umfangreiche Darstellung von Maßnahmen und deren Wirksamkeit findet sich in [„Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur – Ein Projekt des Forschungsprogrammes „Zukunft Bau“](#) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) durchgeführt vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen- und Raumordnung (BBR).

Tab. 22: Handlungsfelder und zugehörige exemplarische Maßnahmentypen zur Vorsorge gegen Starkregen und Sturzfluten (verändert nach (MULNV NRW 2018) und (Umweltbundesamt 2019))

Handlungsfeld	Maßnahmentyp	Maßnahmenbeispiele
Flächenwirksame Vorsorge	Bauliche Maßnahmen (inkl. Versickerung und Ableitung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schaffung von Flächen und Räumen zum Rückhalt von Regenwasser (im Siedlungsbereich und in Außengebieten)</li> <li>– Sicherung und Wiedergewinnung von Flächen zum Rückhalt von Regenwasser</li> <li>– Rückhalt von Niederschlag auf der Fläche, zum Beispiel durch Versickerung vor Ort oder durch Entsiegelung</li> <li>– Multifunktionale Flächennutzung</li> <li>– Schaffung von Notwasserwegen</li> </ul>
	Planerische/rechtliche Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Berücksichtigung von Vorsorgemaßnahmen (z. B. Retentionsflächen) in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen</li> <li>– weitere planerische und/oder rechtliche Maßnahmen (z. B. Verordnungen, Verankerung im Planungsrecht und Wasserrecht).</li> </ul>
	Gewässerbezogene Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Renaturierung von Gewässern</li> <li>– Entschärfung von Abflusshindernissen</li> <li>– Schaffung von Retentionsräumen</li> <li>– Optimierung der Gewässerunterhaltung</li> <li>– Verbesserung der Bauwerkskonstruktionen</li> </ul>
Kommunale Überflutungsvorsorge	Kanalbezogene Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bewirtschaftung Kanalnetzkapazitäten Ausbau und Optimierung des Kanalnetzes, Verbesserung der Speicherkapazität</li> <li>– Abflussrückhalt und Einleitmengenbegrenzung</li> <li>– Konstruktive Optimierung von Bauwerken/Anlagen, Sanierung hydraulischer Engstellen</li> <li>– Optimierung von Wartung, Funktionspflege und Betrieb</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kanalspülungen zur Entfernung von Ablagerungen</li> </ul>
Bauvorsorge	Objektschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schutz der Gebäude vor Oberflächenwasser, eindringendem Grundwasser und eindringendem Kanalisationswasser</li> <li>– schadensmindernde, vorbeugende Maßnahmen an gefährdeten Objekten (feste und mobile Schutzeinrichtungen, Rückstauklappen, Verwendung wasserbeständiger Baustoffe etc.)</li> </ul>
Verhaltenswirksame Vorsorge	Warnungen und Alarm- und Einsatzpläne	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kurzfristige Niederschlagsvorhersage, Unwetterwarnung, zum Beispiel Nachrichten, Apps usw.</li> </ul>
	Informationen zur Verhaltensvorsorge	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Informationen zur längerfristigen Verhaltensvorsorge, zum Beispiel Informationen über Gefährdungslage eines Grundstücks, Informationen über Möglichkeiten zur Vorsorge</li> <li>– Auskunfts- und Informationssysteme zur Veröffentlichung von Gefahrenkarten</li> </ul>
Finanzielle Risikovorsorge	Eigenverantwortung und Versicherungsschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Finanzielle Vorsorge für den Fall eines Schadenseintritts</li> <li>– Versicherungslösungen (und Informationen darüber)</li> </ul>

Maßnahmen sind lokal unter Beachtung der Gefährdungs- und Risikoanalyse zu entwickeln. Maßnahmenübersichten geben eine gute Orientierung, ersetzen aber nicht die angepasste Konzeption im Rahmen des Sturzflut-Risikomanagements.

## Handlungsfeld Flächenwirksame Vorsorge

### **Bauliche Maßnahmen**

Um im Starkregenfall ein definiertes Schutzniveau sicherzustellen, sollte es künftig nicht mehr das Ziel sein, das Niederschlagswasser so schnell wie möglich in der Kanalisation abzuleiten.

Vielmehr sollte Überflutungsvorsorge durch ein intelligentes Wassermanagement unter Einbeziehung einer blau-grünen Infrastruktur sowie einer Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt bereits im Rahmen einer wassersensiblen und klimagerechten Siedlungsentwicklung (siehe hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 2.4) und nicht erst bei der Frage der Dimensionierung von Kanalnetzen oder einzelnen Schutzwänden an ausgewählten Gebäuden betrieben werden. Hier können zum Beispiel Fließwege bereits bei der Gestaltung von



Plätzen oder Grünanlagen berücksichtigt, gezielt Retentions- bzw. Versickerungsräume im Untergrund geschaffen und auch bereits das Eindringen von Außengebietswasser in den Siedlungsbereich gezielt vermindert werden:

Außengebiete können – je nach ihrer Beschaffenheit – bei Starkregenereignissen große Mengen Oberflächenabfluss generieren, welcher bei entsprechender Topografie unkontrolliert als pluviale Überflutungen in Siedlungsgebiete fließt. Wasser aus den Außengebieten erreicht entweder oberflächlich oder über Verrohrungen die dichte Bebauung. Daher sollte das Wasser bereits in den Außengebieten gezielt auf geeigneten Flächen im unbesiedelten Bereich mit geringem Schadenspotenzial in Retentionsräumen gefasst und zurückgehalten werden. Ggf. müssen bauliche Vorrichtungen geschaffen werden, um das Wasser gezielt in solche Bereiche zu lenken (Notabflusswege). Eine Abflussbildung in der Fläche und eine starke Abflusskonzentration sollten minimiert werden. Sinnvollerweise sollten sich derartige Rückhaltemaßnahmen an sich bei Starkregen ausbildenden Fließwegen befinden. Insbesondere der Rückhalt auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen muss bei der Betrachtung von pluvialen Überflutungen im Fokus stehen. Auf diese Weise lassen sich zum einen im bebauten Siedlungsbereich hydraulische Kapazitäten freihalten und zum anderen kann das gespeicherte Wasser im besten Falle von Hitze und Trockenheit auch zu Bewässerungszwecken eingesetzt werden. Außerdem können durch gezielte forstwirtschaftliche Maßnahmen Erosionsschäden (z. B. an Waldwegen) verhindert werden. Auch einfache Geländemulden im Wald leisten einen Beitrag zur Rückhaltung von Wasser und vor allem von mitgeführten Sedimenten (IBH Rheinland-Pfalz und WBW 2013).

Kann Oberflächenwasser am Entstehungsort nicht zurückgehalten werden, kann das Wasser in Rückhaltebecken gespeichert werden oder über Notabflusswege gezielt in solche Bereiche mit einem geringen Schadenspotenzial geleitet werden. Dort kann es ebenfalls (zwischen-)gespeichert und kontrolliert abgegeben werden oder aber versickert werden. Im Rahmen der Schaffung von Notabflusswegen kommt der wassersensiblen Verkehrs-, Straßen- und Wegeplanung eine besondere Bedeutung zu. Straßen und Wege können im Überflutungsfall sowohl als Notwasserweg im Sinne eines oberflächigen Gerinnes als auch als temporärer Retentionsraum im Sinne einer multifunktionalen Fläche dienen. Weiterhin können ergänzend Maßnahmen zur Verringerung des Abflusses gezielt entlang des Straßenverlaufs positioniert werden, um den Wasserfluss schrittweise abzufangen und zu sammeln. Bei der Schaffung von Notwasserwegen ist auch die hydraulische Leistungsfähigkeit der Straßenentwässerungsanlagen zu berücksichtigen. Insbesondere durch die Anzahl, die Art und die Anordnung der Straßeneinläufe kann die Leistungsfähigkeit der Straßenentwässerung maßgeblich beeinflusst werden.

Mit Hilfe der dezentralen Niederschlagswasserbewirtschaftung können die Abflussmengen im bebauten Bereich einer Kommune bei kleineren Regenereignissen reduziert werden. Hier wird das Regenwasser breitflächig in Mulden und Rigolen versickert oder in Zisternen oder Teichen direkt vor Ort gesammelt. Jeden dieser Systeme hat jedoch nur eine begrenzte Wirksamkeit, so dass bei Starkregen ein Notüberlauf das überschüssige Wasser abführen muss. Dies darf nicht zu Lasten des Nachbargrundstücks gehen. Daher ist bereits bei der Gestaltung eines Grundstücks zu planen, auf welche Weise (schadlose Ableitung oder Rückhalt) einer Überlastung dezentraler Anlagen begegnet werden kann (IBH Rheinland-Pfalz und WBW 2013).

Insbesondere die multifunktionale Nutzung von Flächen ist als eine innovative Maßnahme zur Überflutungsvorsorge zu sehen, die gerade in dicht bebauten Siedlungsgebieten ein hohes Vorsorgpotenzial aufweist (Benden 2014). Insbesondere Frei- und Grünflächen mit einer vergleichsweise untergeordneten Nutzung können im Starkregenfall temporär als sog. multifunktionale (Retentions-)Flächen herangezogen werden. Ziel ist es, einen schadlosen Rückhalt von Oberflächenwasser zu realisieren, um einen Objekt- und Gebäudeschutz für einen definierten Bereich zu erreichen. Entsprechende Flächen entlang von Fließwegen, die sich bei Starkregenereignissen ausbilden, sind hierzu hinsichtlich ihrer Eignung als multifunktionale Retentionsflächen zu untersuchen. Je nach Gestaltung und Lage sind derartige Flächen

mit einem „Einstau“ von mehrmals pro Jahr bis zu „seltener als einmal in 30 Jahren“ umsetzbar.

Die (temporäre) Speicherung von Oberflächenwasser in urbanen Bereichen kann insbesondere auf folgenden Flächen realisiert werden:

- Öffentliche Grünflächen
- Befestigte öffentliche Plätze ohne Bebauung
- Straßenflächen (nutzungsabhängig)
- Großflächige öffentliche Sportanlagen
- Parkplatzflächen
- Brachflächen
- Unbebaute Flächen wie Garagenhöfe, ...

Multifunktionale Flächen können auf unterschiedliche Weise umgesetzt werden, z. B.:

- Wasserflächen / -plätze
- Wasserspiel-, Wassersport- und Wasserplätze
- Tiefbeete, Baumrigolen und Baumrigolen-Allee
- Offene Wasserflächen und Teichanlagen, Versickerungsbecken und -teichanlagen

Auch bei der konstruktiven Gestaltung von Verkehrsinfrastrukturen wie Straßenunterführungen oder Zugängen zu U-Bahnen können Überflutungsrisiken durch geeignete konstruktive Maßnahmen minimiert werden.

### **Planerische/rechtliche Maßnahmen**

Planerische, konzeptionelle/strategische und rechtliche Maßnahmen beinhalten sowohl überregionale Maßnahmen, z. B. auf Ebene der Raumordnung / Regionalplanung als auch örtliche Maßnahmen, wie die Ausweisung von Risikogebieten in Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen. Auch rechtlich nicht bindende Strategien, z. B. eine Regenwasserstrategie oder ein Anpassungskonzept, welche Starkregen berücksichtigt, fallen in die Kategorie konzeptionelle/strategische Maßnahmen.

Insbesondere kann die Freihaltung überflutungsgefährdeter Bereiche (u. a. Geländetiefpunkte und Gräben) zur Verringerung von Überflutungsrisiken beitragen. Jedoch besteht in urban verdichteten Räumen häufig eine Konkurrenz zu anderen bestehenden oder geplanten Flächennutzungen, wodurch der frühzeitigen Festsetzung erforderlicher flächenbezogener Maßnahmen zur Überflutungsprävention im Rahmen der Bauleitplanung eine wichtige Bedeutung zukommt. Weitere Ausführungen hierzu finden sich in Kapitel 2.1.4.

### **Gewässerbezogene Maßnahmen**

Zum Schutz gegen Überflutungsgefahren durch über die Ufer tretende Gewässer dritter Ordnung kann außerhalb von Siedlungsgebieten eine naturnahe Gewässerentwicklung mit Ausweisung von Gewässerrandstreifen die schadlose Ausuferung von Bächen ermöglichen und damit den Abfluss eines Starkregens verlangsamen. Die geplanten Baumaßnahmen sollten rückhaltungsorientiert gestaltet sein und eine Abflussverzögerung und einen Erosionsschutz beinhalten. Bei Maßnahmen an Gewässern dritter Ordnung sind diese Maßnahmen mit den entsprechenden Fachverwaltungen abzustimmen. Grundsätzlich sind u. a. folgende systemische Ansätze, auch ggf. in Kombination, zu untersuchen: Rückhaltung (in der Regel ungesteuert), Ableitung, Umleitung, Durchleitung. Auch sind bei Bedarf hydraulische Sonderszenarien (siehe Kap. 4.2), wie z. B. Auflandungen und Verklausungen, zu berücksichtigen.

Innerhalb der Siedlungsgebiete soll das Gewässer hingegen die Bebauung möglichst ohne Ausuferungen passieren. Hydraulische Engstellen und Abflusshindernisse sind hierbei zu vermeiden oder zumindest zu entschärfen, um die vorhandenen Abflussquerschnitte auszunutzen. Eine große Gefahr innerhalb der Ortslagen geht von Abflusshindernissen (Stege, Brücken, Zäune, Mauern, querende Leitungen, Ablagerungen, Bewuchs usw.) aus. Bei Maßnahmen an Gewässern dritter Ordnung kann der schadlose innerörtliche Abfluss, auch unter der Herstellung von Bauwerken (Deiche, Mauern, Vergrößerung von Öffnungen, Flutmulden etc.), erhöht werden.

Bei Einlaufbauwerken und Engstellen sowie Brücken sollte auf eine hydraulisch günstige Gestaltung geachtet werden. Insbesondere sollte bei Einlaufbauwerken die Gefahren der Verkläusung durch den Einsatz räumlicher Rechen und Vorrechen für grobes Treibgut sowie mit der Einrichtung von Geröllfängen reduziert werden. Um die Leistungsfähigkeit zu gewährleisten, sind regelmäßige Inspektion, Wartung sowie die Räumung von Schwemmgut im Rahmen von Wartungsplänen angebracht. Im Rahmen der Gefahrenermittlung (Kapitel 4.2) sind bei Bedarf hydraulische Sonderszenarien, wie z. B. Auflandungen und Verkläusungen, zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, dass all diese Maßnahmen in einen kommunalen Unterhaltungsplan für abflussrelevante Gewässer münden. (MULNV NRW 2018)

Die detaillierte Ausplanung technischer Schutzmaßnahmen ist nicht Gegenstand des integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement. Regelmäßig sind hierfür Einzelplanungen und individuelle Schutzkonzepte erforderlich, für die ggf. weitere Förderprogramme in Anspruch genommen werden können. Die zuständigen Wasserwirtschaftsämter beraten hierzu.

## Beispiele zum Handlungsfeld Kommunale Überflutungsvorsorge

### *Kanalbezogene Maßnahmen*

Sofern Regen- und Mischwasserkanalnetze nach Arbeitsblatt DWA-A 118 und DIN EN 752 dimensioniert sind, gewährleisten sie das geforderte Niveau an „Entwässerungskomfort“ innerhalb der bemessungsrelevanten Wiederkehrzeiten. Wie in Kapitel 2.1.4 beschrieben, können diese Anlagen bei Starkregen oberhalb des Bemessungsniveaus keinen vollständigen Schutz gegen Starkregen und Sturzfluten gewährleisten. Dennoch sind gezielte Maßnahmen zum Ausbau und zur Optimierung der Kanalnetze an hydraulisch relevanten Netzteilen oftmals sinnvoll. Insbesondere bei Kanalerneuerungen können häufig kosteneffizient erweiterte Ableitungs- und Speicherkapazitäten im Kanalnetz geschaffen werden. Konstruktive Optimierungen von Sonderbauwerken können weiterhin lokale hydraulische Engpässe beseitigen. Bei größeren Kanalnetzen kann zudem eine aktiv gesteuerte Bewirtschaftung verfügbarer Netzkapazitäten einen Beitrag zum Überflutungsschutz darstellen. Auch die Begrenzung von Einleitmengen kann vor Überlastungen schützen. Hier sind dann ggfls. entsprechende Maßnahmen zum Abflussrückhalt auf den Privatgrundstücken erforderlich. Neben der konstruktiven Sicherstellung einer ausreichenden hydraulischen Leistungsfähigkeit ist auch die betriebliche Unterhaltung der Kanalnetze entscheidend für den Überflutungsschutz, denn auch bei ausreichender Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes kann es zu Schäden kommen, wenn durch zugesetzte Straßenabläufe eine reduzierte Funktionsfähigkeit der Kanalzuläufe vorliegt (IBH Rheinland-Pfalz und WBW 2013).

## Beispiele zum Handlungsfeld Bauvorsorge

### *Objektschutz*

Pluviale Überflutungen und das schnelle Volllaufen von Mulden oder Gebäudeuntergeschossen (Keller, Tiefgaragen) stellen eine große Gefahr dar. Weiterhin können die teilweise auftretenden hohen Fließgeschwindigkeiten hohe dynamische Kräfte auf Gebäude ausüben. Primäres Ziel im Rahmen des Objektschutzes sollte daher sein, das Wasser von Gebäuden und wichtigen Infrastrukturobjekten fernzuhalten. Hierzu kommen unterschiedliche bauliche Maßnahmen (Verwallungen, Erddämme, Geländemodellierungen, Schutzmauern) in Frage.

Sollte es nicht möglich sein, das Wasser vom Gebäude fernzuhalten, so sollte das Eindringen von Wasser in die Objekte verhindert werden, z. B. Schutz tiefliegender Fenster- und Türöffnungen durch druckdichte Konstruktionen oder Schutz von Tiefgaragenzufahrten durch Bodenaufhöhungen. Hierfür kommen verschiedene Systeme in Betracht, wobei vor allem die permanenten Hochwasserschutzsysteme geeignet sind, da häufig nur geringe Reaktionszeiten bei Starkregenereignissen vorliegen und daher der rechtzeitige Aufbau mobiler Schutzsysteme häufig nicht gewährleistet werden kann.

Eine regelmäßige Wartung der Anlagen zur Grundstücksentwässerung kann weiterhin zur Vermeidung von Überflutungsschäden beitragen. Verstopfte Regenrinnen und Fallrohre sind häufig Ursache von lokalen Überflutungs- und Bauschäden. Auch eine den Regeln der Technik entsprechende und funktionierende Rückstausicherung (Rückstauverschluss oder Abwasserhebeanlage) stellt zudem eine unentbehrliche Maßnahme des Objektschutzes gegen erhöhte Wasserstände im Kanalnetz dar.

Besonders kritisch sind Mulden- und Rückstausituationen, bei denen Überflutungstiefen von mehreren Metern auftreten können. Permanente Vorsorgemaßnahmen sind dann, bedingt durch die hohen Überflutungstiefen, nur schwer umsetzbar. Sollten Objektschutzmaßnahmen nicht möglich sein, versagen oder deren Bemessungsgrenzen überschritten sein, so muss versucht werden, den möglichen Schaden bei Wassereintritt so weit wie möglich zu minimieren und die Nutzung der betroffenen Geschosse dem Risiko anzupassen.

Derartige Anpassungsmaßnahmen sind beim Neubau von Gebäuden am einfachsten zu realisieren. Nachträgliche Anpassungen im Bestand sind schwieriger und kostspieliger und setzen außerdem das Bewusstsein der Eigentümer für das Risiko voraus. Daher ist die Gefahrenkommunikation (insbesondere über Gefahrenkarten) von entscheidender Bedeutung, um möglichst frühzeitig geeignete, individuell an die jeweilige Gefahrenlage angepasste Maßnahmen ergreifen zu können. (IBH Rheinland-Pfalz und WBW 2013) (MULNV NRW 2018) (DWA-M 119 2016).

Um die Akteure für die Eigenvorsorge zur sensibilisieren, ist eine entsprechende Kommunikationsstrategie sinnvoll (Pressemeldungen, Auskunft- und Informationssystem, Beratungsangebot).

## Beispiele zum Handlungsfeld Verhaltenswirksame Vorsorge

### *Warnungen und Alarm- und Einsatzpläne*

Frühwarnsysteme können ergänzend zur Information über eine drohende Unwetterlage der Öffentlichkeit sowie weiteren Akteuren kurzfristige Maßnahmen des Schutzes von Leib und Leben sowie des Objektschutzes ermöglichen (z. B. Flucht in geschützte Bereiche, Schließen tiefliegender Gebäudezugänge durch druckdichte Sperren oder Barrieren etc.). Voraussetzung für die Wirksamkeit von Frühwarnsystemen ist eine ausreichende Vorwarnzeit sowie die Erreichbarkeit der potenziell Betroffenen nach grundsätzlicher Sensibilisierung.

Auf kommunaler Ebene stellen darüber hinaus Alarm- und Einsatzpläne für Feuerwehr, Katastrophenschutz und Rufbereitschaften der Kanalnetzbetreiber eine wichtige Grundlage zur Bewältigung von Überflutungen bei Starkregen dar. Alarm- und Einsatzpläne legen systematisch fest, wie die Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen, Sachwerten und der Umwelt sichergestellt werden kann. Hierzu ist ein Krisenmanagement mit unterschiedlichen definierten Alarmstufen, Meldekettten, Warndiensten sowie die Einrichtung eines Krisenstabes zu etablieren.

Ergänzend zu der Veröffentlichung von Kartenmaterial, sollten die Kommunen die Öffentlichkeit über das angepasste Verhalten im Starkregenfall informieren.

**Tipps zu Alarm- und Einsatzplänen:**

In einigen Kommunen wurde bereits ein **Alarm- und Einsatzplan speziell für örtliche Überflutungen nach Starkregen** aufgestellt. Wetterwarnungen des DWD (in drei Stufen) gehen hierbei an die Leitstelle und von dort wird der Bereitschaftsdienst bzw. Rettungskräfte alarmiert. Anhand der aus der Gefahrenermittlung vorhandenen Karten wurden Bereiche identifiziert, in denen bei Unwetterereignissen gewarnt wird und ggf. Maßnahmen ergriffen werden.

Hinweise zur Aufstellung von Alarm- und Einsatzplänen für Kommunen finden sich in der **„Arbeitshilfe zum Vorgehen bei der „Aufstellung bzw. Fortschreibung von Alarm- und Einsatzplänen für den koordinierten Einsatz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und weiterer relevanter Akteure während und nach einem Hochwasser durch die Gemeinden““** des Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr.

## 4.5 B.5 Integrale Strategie zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement

In diesem Konzeptschritt sollen die vorangegangenen Schritte und deren Ergebnisse überprüft und abschließend bewertet werden.

Welche Maßnahmen umgesetzt werden, wird in einer Strategie durch die Kommune festgelegt. Die Umsetzung dieses Plans zur Risikoreduzierung setzt die breite Akzeptanz in der Bevölkerung, der beteiligten Akteure, der verantwortlichen Entscheidungsträger und zusätzlicher beratender, fördernder sowie genehmigender Verwaltungen voraus. Daher ist eine gute Kommunikation schon während des Erarbeitungsprozesses des Konzepts die Basis für ein akzeptiertes und langfristig erfolgreiches Risikomanagement. Für Kommunen, die ein Konzept erstellen, ist es im eigenen Interesse wichtig, die Maßnahmenumsetzung zu begleiten und das Risikobewusstsein dauerhaft weiterzuentwickeln.

Dabei ist für eine Kommune die Einschätzung von besonderer Bedeutung, welcher Schutz für die ganze Kommune oder größere Gebiete erreicht werden kann (Gesamtbetrachtung) und auch welcher Schutz durch Einzelmaßnahmen im Interesse der Allgemeinheit für Risikoobjekte (z. B. Feuerwehhaus, Pflegeheim) erreicht werden kann (Einzelbetrachtung), d. h., welche Risikoreduktion durch eine konkrete Maßnahme, aber auch im Gesamten mit den ausgewählten Maßnahmen möglich ist.

Diese Risikoreduktion, also der Grad des durch die getroffenen Maßnahmen erreichten Schutzniveaus, ist mit der Festlegung der Schutzziele aus dem dritten Baustein (4.3.4 Definition eines Schutzziels) zu vergleichen. Dabei können diese Schutzziele mit den ausgewählten Maßnahmen erreicht, übertroffen oder auch nicht gänzlich erreicht werden.

Abschließend ist das verbleibende Risiko für einzelne Risikoobjekte, zusammenhängende Gebiete und die Kommune im Gesamten zu bewerten. Es ist sinnvoll, einzelne Gebiete oder Objekte besonders zu beschreiben, sofern ein markantes Risiko oder z. B. die Gefahr für Leib und Leben oder größere Sachschäden verbleiben. Dies sollte im Rahmen der Risiko-Steckbriefe (Kapitel 0) erfolgen.

Die im vierten Schritt (Kapitel 4.4 B.4 Konzeptionelle Maßnahmenentwicklung) vorgeschlagenen Maßnahmen sollten priorisiert werden. Damit kann eine Kommune eine Strategie zur Umsetzung aufstellen, wie schrittweise eine Risikoreduktion erreicht werden soll. Die Bewertung der ausgewählten Maßnahmen gibt dabei Aufschluss über zwischenzeitliche Verbesserungen. Da die Maßnahmen auch einem Verantwortlichen zugewiesen werden sollen, muss die Kommune an dieser Stelle auch ein Konzept zur Kommunikation mit einzelnen Akteuren und der Öffentlichkeit entwickeln. Für viele Maßnahmen ist nicht die Kommune zuständig. Sie kann jedoch Dritte zur Umsetzung motivieren.

Die folgende Darstellung in Abb. 24 fasst die Einflussfaktoren auf die Risikoentwicklung sowie mögliche Maßnahmen zur Risikoreduktion in Bezug auf ein gewähltes Schutzniveau für



Gewässer III Ordnung und wild abfließendes Wasser zusammen. Die Grafik zeigt, dass sich die zu entwickelnde Gesamtstrategie aus einer Vielzahl unterschiedlicher Maßnahmen(-typen) zusammensetzt, die gemeinsam in Kombination wirksam sind und das Erreichen eines von der Kommune festzulegenden Schutzzieles ermöglichen. Weiterhin zeigt die Grafik, welche Maßnahmen gegebenenfalls auch eine negative Auswirkung auf die Risikoentwicklung haben können. Diese gilt es im Rahmen der Umsetzung derartiger Maßnahmen stets zu berücksichtigen und zu bewerten.

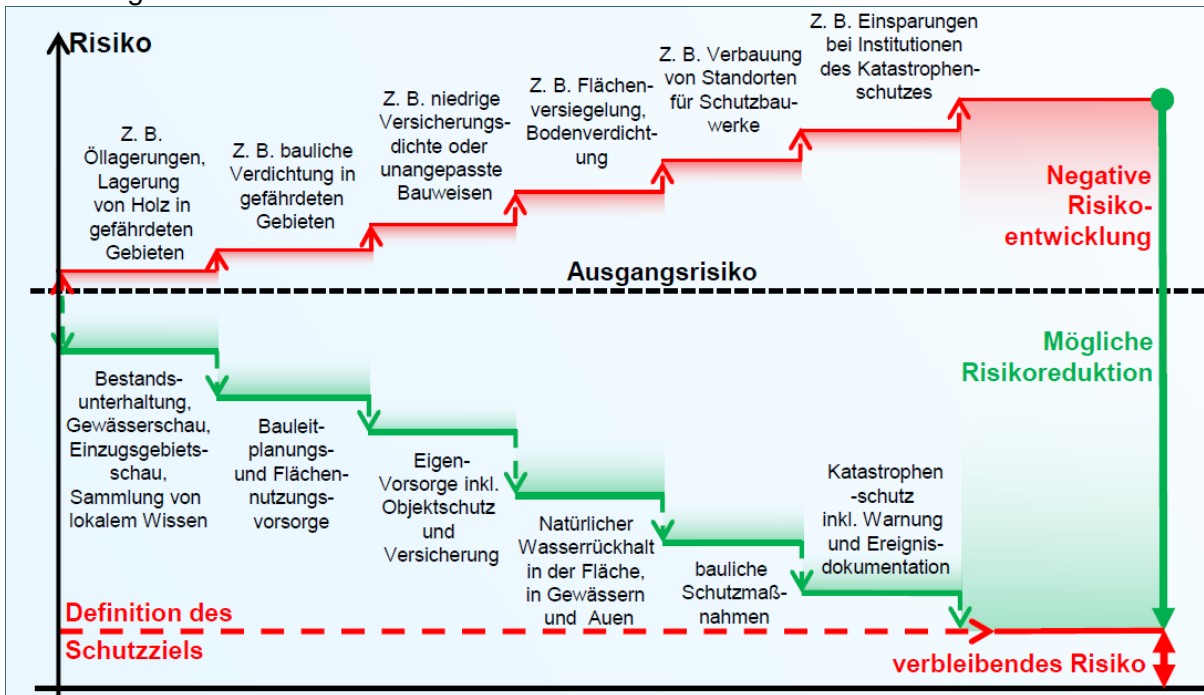


Abb. 24: Darstellung der Einflussfaktoren auf die Risikoentwicklung und mögliche Maßnahmen zur Risikoreduktion für Gewässer dritter Ordnung und wild abfließendes Wasser

## 4.6 Strategie für Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Für ein erfolgreiches Sturzflut-Risikomanagement ist es unerlässlich, dass die Beteiligten „an einem Strang ziehen“. Starkregen- und Sturzflutereignisse werden nur dann zu einer wirklichen Katastrophe, wenn man nicht richtig darauf vorbereitet ist (z. B. (Koch et al. 2021)). Hierfür ist es unerlässlich, dass für die erarbeiteten integralen Konzepte für das kommunale Sturzflut-Risikomanagement von Beginn an eine breite Akzeptanz erreicht wird. Um sowohl auf kommunaler als auch auf privater Ebene sinnvoll Maßnahmen ergreifen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, dass sich alle Beteiligten ihrer individuellen Betroffenheit und auch ihrer eigenen Verantwortung bewusst sind.

Daher ist die lebendige Kommunikation bereits während des Erarbeitungsprozesses des Konzepts aber natürlich auch fortwährend die Basis für ein akzeptiertes und langfristig erfolgreiches Risikomanagement. Für Kommunen, die ein Konzept erstellen, ist es im eigenen Interesse wichtig, alle Bearbeitungsschritte und die Umsetzung der Maßnahmen durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation zu begleiten. Ziel ist es, ein dauerhaftes Risikobewusstsein zu schaffen.

### 4.6.1 Welche Akteure sind anzusprechen?

Es sind insbesondere folgende Zielgruppen in der Strategie für Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation zu berücksichtigen:



Abb. 25: Zielgruppen (außerhalb der Kommunalverwaltung) im Rahmen der Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzepte (Beispiele)

Anhand der Darstellung der unterschiedlichen Zielgruppen wird deutlich, dass nicht nur Personen oder Institutionen außerhalb der Kommunalverwaltung von Relevanz sind, sondern auch Entscheidungsträger innerhalb der Verwaltung (siehe hierzu Kapitel 3.3).

#### 4.6.2 Welche Ziele werden verfolgt?

Die zu erarbeitenden Strategien zur Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation sollen die folgenden Ziele verfolgen (ergänzt nach (Illgen 2019)) :

- Gefahren- und Risikobewusstsein sowohl bei den Bürgern als auch bei kommunalen Fachplanungen und politischen Entscheidungsträgern wecken und eine Betroffenheit erkennen lassen.
- Über lokale Gefährdungssituationen und bestehende Überflutungsrisiken informieren und Daten zur Verfügung stellen, die es den Betroffenen ermöglichen, die eigene Situation einzuschätzen.
- Vertrauensverhältnis durch eine offene und ehrliche Kommunikation zwischen allen Beteiligten schaffen.
- Die Notwendigkeit zur privaten Überflutungsvorsorge muss deutlich werden und eine Akzeptanz hierfür geschaffen werden.

- Wege und Maßnahmen zum objektbezogenen Überflutungsschutz sollen aufgezeigt werden und der ökologische oder funktionale Mehrwert von solchen Schutzmaßnahmen soll hervorgehoben werden.
- Verständnis für die Maßnahmen der öffentlichen Hand hervorrufen und deren Sinn, Notwendigkeit und Zweck, aber auch deren Grenzen (verbleibendes Risiko) erläutern.
- Informationen für den konkreten Ereignisfall liefern.
- Gemeinschaftliche Vorsorge im Sinne nachbarschaftlicher Absprachen fördern.

#### 4.6.3 Was ist für eine erfolgreiche Risikokommunikation zu beachten?

Im Folgenden werden einige wichtige Empfehlungen für eine erfolgreiche Risikokommunikation aufgelistet (verändert nach (RAINMAN o. J.)):

- Regelmäßige Kommunikation ist wichtig, um das Bewusstsein aufrechtzuerhalten.
- Seien Sie innovativ! Wählen Sie innovative Informationsformate und stellen Sie die Informationen auf interessante Weise zur Verfügung.
- Überlegen Sie sich, welche Multiplikatoren Sie aus den verschiedenen Zielgruppen kennen und wen Sie in Ihre Aktivitäten einbeziehen können.
- Richten Sie die Informationen an bestimmte Adressen und Zielgruppen!
- Achten Sie auf die Klarheit der Informationen! Verwenden Sie eine klare und zielgruppenspezifische Sprache. Eine leicht verständliche Sprache ist wichtig, wenn die Zielgruppe mit dem Thema nicht vertraut ist.
- Zeigen Sie, dass Sie die jeweilige Zielgruppe mit den bereitgestellten Informationen unterstützen!
- Zeigen Sie, was man tun kann, um die Risiken zu reduzieren und motivieren Sie zur Umsetzung von Maßnahmen! Nutzen Sie gute und konkrete Praxisbeispiele, um die Möglichkeiten des kommunalen Sturzflut-Risikomanagements aufzuzeigen.
- Weisen Sie auf Unsicherheiten hin!
- Verknüpfen Sie Ihre Öffentlichkeitsarbeit zu Starkregen mit anderen relevanten Themen, wie z. B. Hochwasserrisikomanagement.
- Wecken Sie keine Ängste, aber verdeutlichen Sie, dass die Gefahr real ist.
- Vergessen Sie Ihr Zielpublikum nicht: Passen Sie Ihre Sprache dem Empfänger an!
- Vermeiden Sie es, Ihre Zielgruppen mit Anfragen zu überlasten, da dies ihre Bereitschaft zur Teilnahme einschränkt.
- Wählen Sie das Thema Ihrer Kommunikationsaktivität nicht zu breit und packen Sie nicht zu viele Themen in eine Aktivität.

Häufig fehlt in der Öffentlichkeit auch ein Verständnis für die Statistik. Niederschlagsintensitäten und auch Hochwasserabflüsse werden mit Hilfe einer statistischen Jährlichkeit definiert. Hierbei ist angegeben, wie oft ein derartiges Ereignis durchschnittlich vorkommt. Beispielsweise tritt ein 100-jährliches Abflussereignis statistisch gesehen einmal in 100 Jahren auf. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein solches Ereignis liegt dementsprechend bei 1 % in jedem Jahr. Da sich hierbei jedoch um eine Verrechnung von Mittelwerten handelt, kann ein solches Ereignis auch mehrmals in 100 Jahren auftreten. Dies ist aber zumeist für den unbedarften Bürger nicht nachvollziehbar und erweckt häufig ein falsches Sicherheitsgefühl. Für

Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer ist es hingegen viel nachvollziehbarer und anschaulicher, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit z. B. über die Nutzungsdauer eines Gebäudes (z. B. 50 Jahre) berechnet wird (Tab. 23).

Tab. 23: Mögliche Sprechweise für die Kommunikation der Eintrittswahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen

Häufigkeit		Eintrittswahrscheinlichkeit	
in Worten	in Jahren	in 50 Jahren	Wahrscheinlichkeit beim Würfeln eine „6“ zu würfeln
Extremes Ereignis	z. B. 300	15 %	ungefähr bei 1-Mal Würfeln
Außergewöhnliches Ereignis	z. B. 100	40 %	etwas höher als bei 2-Mal Würfeln
Seltenes Ereignis	z. B. 30	82 %	ungefähr bei 5-Mal Würfeln

#### 4.6.4 Welche Kommunikationsstrategien sind grundsätzlich geeignet?

Im Rahmen der Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzepte ist es wichtig, dass ein möglichst breites Publikum erreicht wird. Da sich die anzusprechenden Zielgruppen (Abb. 25) ganz unterschiedlich zusammensetzen, muss darauf geachtet werden, dass zum einen keine einheitlichen Vorkenntnisse und Interessen vorliegen und zum anderen auch unterschiedliche Kommunikationspfade genutzt werden. Hieraus ergibt sich, dass unterschiedliche Formate im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikationsstrategie zu erarbeiten sind, die sich hinsichtlich der Detailtiefe und des Informationsgehaltes, der Art der Informationsaufbereitung und -darstellung sowie auch der Verbreitungswege (von klassischen Printmedien bis hin zu modernen sozialen (Internet-)Medien) unterscheiden. Sie müssen auf die individuellen Bedürfnisse und das soziale Umfeld der jeweiligen Zielgruppen zugeschnitten werden.

Hierzu eignen sich zum einen eher allgemeine Kampagnen mit Hinweisen auf hilfreiche Materialien, die an einem zentralen Ort auf der Homepage der Kommune schnell und einfach abrufbar sein sollten. (Welche Broschüren und Infos das sein können, ist im Kapitel 2.3 aufgeführt) Erfahrungen zeigen, dass es für Kommunen sinnvoll ist, wenig aufwändige und leicht produzierbare Flyer zum Thema Starkregenvorsorge anzufertigen, in denen dann auf ausführlichere Handreichungen verwiesen wird. Es kann auch sinnvoll sein, gezielt (auf Basis der Informationen aus der Gefahrenermittlung) potenziell betroffene Grundstückseigentümer anzuschreiben. Dies könnte beispielsweise auch automatisiert versendet werden, sobald ein neuer Grundbucheintrag oder ein Bauantrag erfolgt.

#### Beispiele von Flyern:

[„Wassersensibel planen und bauen in Regensburg – Leitfaden zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten“](#) (Stadt Regensburg)

["Sicherheit für Ihr Haus" \(hanseWasser Bremen\)](#)

[„Starkregen kann auch Sie treffen! Ihre Kreisstadt Neunkirchen informiert“](#) (Stadt Neunkirchen)

[„Starkregen und Sturzfluten – Wie sicher ist mein Haus?“](#) (Stadt Offenbach am Main)

Auch das Aufstellen von Informationstafeln und/oder Modellen (beispielsweise um auf Maßnahmen, die von der Kommune durchgeführt werden, hinzuweisen) und die plakative Kennzeichnung von historischen Überflutungsmarken können die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit wecken. Sie erhöhen aber auch das Verständnis für die Durchführung der Maßnahmen bei eventuellen Einschränkungen durch die Maßnahme oder während der Maßnahmenumsetzung. Grundsätzlich gilt es, im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit kreativ zu werden und möglichst viel Aufmerksamkeit zu erzielen. Dies kann durch Informationstage, Lehrpfade, Spiele, Ausstellungen, Wettbewerbe erfolgen. Eine gute und wirksame Öffentlichkeitsarbeit zeichnet sich dadurch aus, dass sie ein breites Publikum erreicht und eine nachhaltige Verhaltensänderung erzielt.

Andere Beispiele zeigen, dass durch gezielte offensivere Angebote zur persönlichen Beratung von Privatpersonen zur Starkregenvorsorge dazu beitragen, das Vorsorgenniveau zu erhöhen. Ob jedoch in der Kommune hierzu ausreichend personelle und fachliche Kapazitäten zur Verfügung stehen, sollte natürlich im Vorfeld geklärt sein.

#### 4.6.5 Was ist bei der Veröffentlichung von Gefahren- und Risikokarten zu beachten?

Ein wichtiges Element des Sturzflut-Risikomanagements ist die Bereitstellung der Ergebnisse der Gefahrenermittlung als Gefahren- und Risikokarten. Sowohl die Bürgerinnen und Bürger, die unterschiedlichen Verantwortlichen auf kommunaler Ebene als auch weitere Akteure sollen hierdurch in die Lage versetzt werden, durch Starkregen und Sturzfluten gefährdete Bereiche und ggf. die hiermit verbundenen Risiken einfach und verständlich identifizieren zu können.

Im Gegensatz zu den Hochwassergefahrenkarten gibt es bisher keinen gesetzlichen Rahmen oder einheitliche fachliche Vorgaben zur Erstellung und Veröffentlichung von Gefahrenkarten. Zwar gibt es immer mehr Kommunen, die dies mittlerweile tun, jedoch gibt es in Deutschland noch zahlreiche, sowohl städtische also auch ländliche Gebiete, in denen keine Informationen über die Starkregengefahr vorliegen oder aber die Informationen für die Bürgerinnen und Bürger nicht einsehbar sind. Daher müssen die Kommunen selbst abwägen, ob und in welchem Umfang Informationen zu Gefahren aus Starkregen und Sturzfluten für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden (Koch et al. 2021).

Bei Grundstückseigentümern besteht häufig die Sorge, dass Grundstücke entwertet werden oder Versicherungsprämien steigen, sobald eine Gefährdung des entsprechenden Grundstücks aus den Karten für jedermann ablesbar ist. Dies hat sich jedoch bislang in keiner Kommune, die Starkregengefahrenkarten veröffentlicht hat, bestätigt. Zumal sich Haftungsansprüche gegenüber der Kommune ausschließen, sofern sich die Veröffentlichung direkt aus dem Umweltinformationsgesetz ergibt.

Bei der Veröffentlichung von Starkregengefahrenkarten ist immer zu bedenken, dass es sich um georeferenzierte Daten handelt, die datenschutzrechtlich besonders geschützt sind. Insbesondere bei „grundstücksscharfer“ Darstellung der Überflutungsgefahren bestehen noch Unklarheiten in Bezug auf Persönlichkeitsrechte (das Recht auf informationelle Selbstbestimmung nach Artikel 2 Abs. 1 GG in Verbindung mit Artikel 1 Abs. 1 GG) und Datenschutz. Auch die Eigentumsfreiheit nach Artikel 14 GG ist betroffen. Der Eingriff in diese Rechte erfolgt im Übrigen sowohl bereits bei der Erhebung als auch der Veröffentlichung derartiger Geodaten.

Bei der Wahl von bestimmten Auflösungsstufen der Karten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Eingriff in das allgemeine Persönlichkeitsrecht hinzunehmen ist, weil die Geodaten nur einen mittelbaren und entfernten Personenbezug haben und die Rückschlüsse auf eine konkrete Person nur gering ausgeprägt sind. Nach der Kontrollpraxis des Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit ist in der Regel davon auszugehen, dass das öffentliche Interesse bei solchen Daten überwiegt, die eine der folgenden Auflösungsschwellen erfüllen:



- Karten mit einem Maßstab kleiner 1 : 5.000 (z. B. Maßstab 1 : 2.500) oder
- Satelliten- oder Luftbildinformationen mit einer Bodenauflösung  $\geq$  20 cm oder
- eine gerasterte Fläche auf  $\geq$  100 m x 100 m oder
- mindestens auf vier Haushalte aggregierte Informationen ((Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen (IMAGI) 2013) in (Tüxen und Einfalt 2021)).

Mit einer solchen Auflösung erstellte Karten können zur Sensibilisierung beitragen, die Regionalplanung unterstützen und ein Initial kommunaler Untersuchungen sein (Koch et al. 2021). Auf kommunaler Handlungs- und Umsetzungsebene kann allerdings erst bei einer höheren Auflösung eine genaue Aussage zur Gefährdung erreicht werden.

Die rechtliche Basis sowohl zur Erhebung und zur Verarbeitung der interessierenden Geodaten sowie auch zur Veröffentlichung der Gefahrenkarten wird in der DSGVO (Datenschutz-Grundverordnung, insbesondere Artikel 6) und der EU-INSPIRE-Richtlinie (2007/2/EG) bzw. deren Umsetzung im Landesrecht über das BayGDIG gelegt. Aus der DSGVO ergibt sich, dass eine Erhebung und Verwendung der Daten als gerechtfertigt gelten, sofern dies für die Wahrnehmung einer Aufgabe erforderlich ist, die im öffentlichen Interesse liegt oder in Ausübung öffentlicher Gewalt erfolgt, die dem Verantwortlichen übertragen wurde. Dies ist zweifelsohne im Falle von Gefahrenkarten für die Kommune im Rahmen ihrer Daseinsvorsorge auch für den Schutz vor Starkregen und Sturzfluten gegeben. Über die EU-INSPIRE-Richtlinie (2007/2/EG) wurden erstmals der Zugang einer breiten Öffentlichkeit zu Geodaten sowie auch die Nutzung von Geodaten rechtlich verbindlich gefordert. Auf nationaler Ebene ist zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie das Geodatenzugangsgesetz in Kraft getreten. Auf Ebene der Bundesländer wurden die jeweiligen Landes- und Geodateninfrastrukturgesetze umgesetzt, die auf einem gemeinsam erstellten Musterentwurf für das Geodateninfrastrukturgesetz (GDIG) basieren. Eine höchstrichterliche Rechtsprechung zur Persönlichkeitsrelevanz derartiger Geoinformationen und deren Verwendung gibt es bislang allerdings noch nicht. Weitere detaillierte Informationen zur rechtlichen Grundlage zur Veröffentlichung von Gefahrenkarten finden sich in (Tüxen und Einfalt 2021).

### Veröffentlichung von Gefahrenkarten:

Trotz der aufgeführten verbleibenden rechtlichen Unsicherheiten gibt es zahlreiche Möglichkeiten und viele Abwägungsgründe, die Modellergebnisse zeitnah nach Erstellung zu veröffentlichen. Viele Kommunen sind in Deutschland diesen Weg bereits gegangen.

An dieser Stelle wird sich **klar für eine Veröffentlichung der Gefahrenkarten ausgesprochen**, da die Vielzahl der positiven Beispiele deutlich aufzeigen, dass dies bei nahezu allen Bürgerinnen und Bürger aber auch anderen Akteuren aktiv gewünscht ist.

Die Bedeutung der Risikokarten ist hingegen für den Laien zumeist nicht ersichtlich, so dass eine allgemeine Veröffentlichung der Risikokarten nicht empfohlen wird. Für die breite Öffentlichkeit sollten die Ergebnisse der Gefahrenbetrachtung möglichst einfach und leicht verständlich visualisiert werden. Unterschiedliche Kartenwerke (Gefahren- und Risikokarten) können durch ihr unterschiedliches inhaltliches Niveau schnell verwirren und von den wesentlichen Botschaften ablenken. Risikokarten sollten daher bei Bedarf den entsprechenden betroffenen Zielgruppen (z. B. verwaltungsintern für verschiedene Fachämter, Katastrophenschutz, Stromversorger) zur Verfügung gestellt werden.

Die Inhalte und der Detaillierungsgrad der Kartenwerke sollten sich stets an der entsprechenden spezifischen Zielsetzung innerhalb der Kommune, dem damit verbundenen Einsatzzweck sowie den damit verbundenen Zielgruppen orientieren. Grundsätzlich ist bei solchen Karten, die der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, darauf zu achten, dass Informati-

ongehalt und Detaillierungsgrad entsprechend gewählt sind und auch entsprechende Erläuterungen zur Lesbarkeit und Interpretation der Karteninhalte und der daraus zu ziehenden Konsequenzen verfügbar sind. Die Erfahrungen zeigen, dass Dritte oft nicht in der Lage sind, aus den Karten zu lokalen Gefahren und Risiken die nötigen Schlüsse zu ziehen, da diese häufig zu komplex oder nicht nachvollziehbar dargestellt sind. Daher kann es durchaus zielführend und sinnvoll sein, für die unterschiedlichen Verwendungszwecke auch unterschiedliche Inhalte, Detaillierungsgrade und Darstellungsformen zu verwenden.

Beispielweise hat die Zielgruppe Katastrophenschutz andere Anforderungen an die Inhalte als die Zielgruppe Öffentlichkeit oder die Zielgruppe Bauleitplanung oder die Zielgruppe der Betreiber von Versorgungseinrichtungen (z.B. Stromversorger). Der Katastrophenschutz will in erster Linie wissen, wo welche Einsatzkräfte benötigt werden. Sie sind zudem an der Dynamik des Abflussereignisses je Szenario interessiert. Daher sollten die Ereignisverläufe als Animation (in 5-Minuten Schritten) visualisiert werden. Hiermit soll der Verlauf von Hochwasserereignissen nachvollzogen werden können und auch die Fragestellung, welche Bereiche zu welchem Zeitpunkt nicht mehr zugänglich sind, beantwortet werden können.

Die Bauleitplanung interessiert vor allem der Flächenumgriff und die Bereiche, in denen Maßnahmen zum Schutz vor bzw. zur Reduktion von Schäden notwendig sind. Die Öffentlichkeit interessiert hingegen, wo und wie sie persönlich betroffen ist. Betreiber von Versorgungseinrichtungen interessieren sich primär für die Standorte ihrer Einrichtungen.

#### Private Vorsorge ermöglichen:

Den Gefahrenkarten kommen insbesondere im Rahmen des **privaten Objektschutzes** eine große Bedeutung zu. Denn hier kann die Kommune aufklärend und informierend tätig werden und mit Leuchtturmprojekten im öffentlichen Bereich vorangehen; aktiv Objektschutz an privaten Gebäuden bzw. Grundstücken betreiben kann nur der Bürger bzw. der Grundstückseigentümer selbst. Ohne eine verständliche und einfache Vermittlung der bestehenden Überflutungsgefahren bleibt den Bürgerinnen und Bürgern jedoch die Chance, sich selbst zu schützen, meist verwehrt.

#### Best-Practice-Beispiele zur Veröffentlichung von Starkregengefahrenkarten:

Ein möglicher (Mittel-)Weg, wie eine Veröffentlichung, bei gleichzeitiger größtmöglicher Rechtsicherheit, sinnvoll umsetzbar ist, wurde im Rahmen des Projektes KLAS (KLAS – KLimaAnpassungsStrategie Extreme Regenereignisse, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) von 2018 bis 2021), in Bremen in einem stufenweisen Verfahren aufgezeigt. Hierzu wurde ein sogenanntes Auskunft- und Informationssystem AIS entwickelt. Hier sind zum einen im nichtöffentlichen Bereich spezielle Detailinfos für fachliche Beteiligte abrufbar und zum anderen leicht verständliche, weniger detaillierte Informationen zur Starkregengefährdung, die von jedermann in einem öffentlich zugänglichen Bereich einsehbar sind. Die Besonderheit hierbei ist jedoch, dass der öffentliche Bereich keine grundstücksscharfen Informationen enthält, sondern auf einer sogenannten Sensibilisierungskarte basiert. Diese weist eine definierte Zoom-Stufe auf (Anforderungen hierzu siehe oben), sodass zwar eine generelle Gefährdung erkennbar, aber keine Detailinformation zu einem einzelnen Grundstück möglich ist. Als Grundstückseigentümer hat man dann die Möglichkeit, sich über das individuelle Risiko des eigenen Grundstückes durch die Experten der hanseWasser aufklären zu lassen. Weitere Infos können im [Vorsorgeportal der Stadt Bremen](#) und auf der Projekthomepage des Projektes [KLAS](#) und in (Koch et al. 2021) nachgelesen werden. Das im Rahmen des DBU-geförderten Projektes entwickelte AIS wurde auch bereits von anderen Kommunen erfolgreich übernommen (z. B. von der [Stadt Haltern am See](#))

Als weitere positive Beispiele sind die [Starkregengefahrenkarte in Wuppertal](#) oder auch die [Starkregengefahrenkarte in Gelsenkirchen](#) zu nennen.

## 4.7 Aspekte zu Controlling und Verstetigung

Ein Sturzflut-Risikomanagement kann nur eine echte Hilfestellung für die Zukunft darstellen, wenn es von Beginn an von allen beteiligten Akteuren in den Alltag des Handelns übernommen, fortwährend überprüft und an sich ändernde Rahmenbedingungen angepasst wird. Dies kann jedoch nur gelingen, wenn die Themen des Sturzflut-Risikomanagements sowie der gleichsam damit verbundenen wassersensiblen Siedlungsentwicklung und der Klimaanpassung in gängige Verfahren und Abstimmungsprozesse (insbesondere innerhalb der Flächen- und Bauleitplanung) eingebunden und auch mit weiteren lokalen Konzepten verschnitten (Grünflächenentwicklung, Landschaftsprogramm oder vergl.) werden. Folgende Aspekte (Abb. 26) sind hierbei zu berücksichtigen:

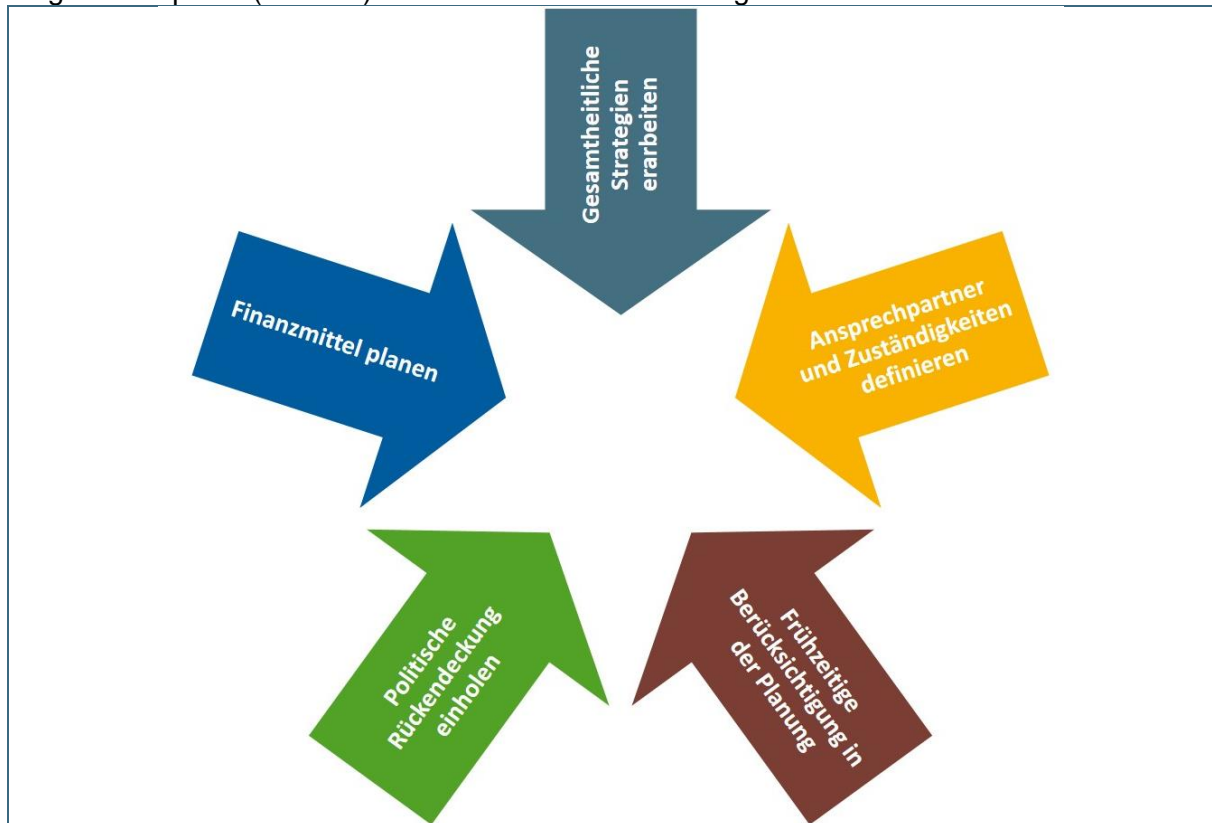


Abb. 26: Wichtige Bausteine eines erfolgreichen Controlling- und Verstetigungsprozesses

- Gesamtheitliche Strategien erarbeiten

Schutzmaßnahmen für einzelne Objekte sind wichtig, aber noch sinnvoller sind Strategien, die auch gesamte Ortsteile umfassen. Das heißt, die Vorsorge gegenüber Starkregen muss bereits in den kommunalen Entwicklungszielen berücksichtigt werden, indem zum Beispiel Fließwege bereits bei der Flächennutzungsplanung berücksichtigt werden und nicht erst bei der Frage der Dimensionierung von Kanalnetzen oder einzelnen Schutzwänden an ausgewählten Gebäuden. Maßnahmen müssen nicht nur sinnvoll räumlich kombiniert und in enger Abstimmung mit den Fachgebieten (Ortsplanung, Grünflächen, Straßenbau, Gebäudemanagement etc.) entwickelt werden, sondern auch nach ihrer Umsetzung hinsichtlich Kosten und Wirkung bewertet und die Konzepte daraufhin fortgeschrieben werden (Controlling).

- Frühzeitige Berücksichtigung in der Planung

Ein wichtiger Schritt ist es hierbei natürlich, dass die Erkenntnisse zur Gefährdung infolge von Starkregen und Sturzfluten sowie auch zu den Anpassungen an die Folgen des Klima-

wandels in Zukunft frühzeitig und kontinuierlich bei allen räumlichen Planungen und Genehmigungen Berücksichtigung finden. Dies schließt selbstverständlich insbesondere die Bauleitplanung ein.

- Ansprechpartner und Zuständigkeiten definieren

Die jeweiligen Ansprechpartner und Zuständigkeiten sowie auch die einzubeziehenden kommunalen Stellen sind eindeutig und für jeden nachvollziehbar im Verwaltungshandeln zu verankern. Hierzu sind tragfähige und ämterübergreifende Kommunikations- und Kooperationsstrukturen unverzichtbar und die Einrichtung ressortübergreifender Arbeitsgruppen unter der Leitung kompetenter und engagierter „Kümmerer“ sehr sinnvoll. Dieser benannte „Kümmerer“ sollte einerseits über die entsprechende Fachkompetenz verfügen, andererseits auch bei allen Beteiligten hinreichend akzeptiert sein. Für die Finanzierung und Integration einer solchen Stelle existieren in einigen Kommunen bereits Modelle (u. a. über Fördermittel, städtischer Haushalt, Gebühren) (Difu 2018).

- Politische Rückendeckung einholen

Auch politisch sollten die Themen des Sturzflut-Risikomanagements hoch angesiedelt und explizit kommuniziert werden. Hierzu sind die erforderlichen politischen Gremien zur Umsetzung und Verstetigung des Sturzflut-Risikomanagements kontinuierlich zu informieren und miteinzubinden. Die erarbeiteten Maßnahmen, abgestimmten Kriterien und Standards sollten, wenn möglich, über die kommunale Politik legitimiert werden. Sog. politische Grundsatzbeschlüsse können die Etablierung zusätzlicher für den Anpassungsprozess wirkungsvoller Strukturen erheblich fördern.

- Finanzmittel planen

Die für die Umsetzung erforderlichen Finanzmittel sind sukzessive in die Haushaltsplanungen der einzelnen Fachressorts oder ein ressortübergreifendes Budget einzubringen (ggf. Fördermittel prüfen).

Im Folgenden werden weitere exemplarische Maßnahmen für Verstetigungsansätze, die in der Verwaltungsorganisation sowie in den lokal relevanten Handlungsfeldern wichtig sein können, aufgelistet. Diese und weitere sind individuell im Rahmen des Konzeptes zum Sturzflut-Risikomanagement zu erarbeiten und hängen von den jeweiligen internen Strukturen und auch der Größe einer Kommune ab.

- Etablierung von Festsetzungen in Bebauungsplänen bzw. Regelungen in städtebaulichen Verträgen zur Starkregenvorsorge
- Einrichtung einer fachübergreifenden Arbeitsgruppe zum „Maßnahmencontrolling“
- Etablierung eines regelmäßigen Austausches auf Verwaltungsebene
- Fortschreibung der Gefahren- und Risikokarten
- Fortschreibung des Stadtentwicklungskonzeptes, Flächennutzungs- und Landschaftsplan
- Integration der Ergebnisse in ein umfassendes „Klimaanpassungskonzept“
- Leitfäden/Checklisten als Unterstützung für die Stadt- und Bauleitplanung für Neuplanungen (u. a. B-Plan-Verfahren) und Anpassungen/Sanierung im Bestand, z. B. im Zuge von Nachverdichtungen (Berücksichtigung von multifunktionalen Flächen, Gräben, Grün in der Stadt)
- Regelmäßige Informationsveranstaltungen für Bürger
- Förderprogramme ins Leben rufen (Starkregenvorsorge/Gebäude- und Grundstücks Begrünung)
- Regelmäßige Gewässerschauen durchführen
- Regelmäßige Durchführung von Übungen für den Ereignisfall

### **Zusammenfassung: Praxishinweise zu den Konzeptbausteinen**

- Die **Bestandsanalyse** dient einer Ersteinschätzung zum Gefährdungspotenzial im Einzugsgebiet der Kommune sowie der Einholung und Aufbereitung von relevanten Daten für weiterführende Analysen.
- Mit Hilfe der **Gefahrenermittlung** werden potenzielle Überflutungsschwerpunkte im Gemeindegebiet über Modellierungen identifiziert und verifiziert. Es ist hierbei zwischen pluvialen und fluvialen Hochwässern zu unterscheiden. Die Ergebnisse werden in Gefahrenkarten visualisiert.
- Bei der **Gefahren- und Risikobeurteilung** werden individuelle Risiken einer Überflutung aus pluvialen und fluvialen Hochwässern bewertet. Es hat mindestens eine sog. objektbasierte Bewertung der Überflutungsgefährdung zu erfolgen. Ergänzend können weitere Analysen durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden in Risikokarten visualisiert.
- Mit Hilfe der **Schutzziele** wird definiert, welches Schutzniveau realistisch und mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durch ein individuelles Maßnahmenpaket erreichbar ist. Auch ergibt sich hieraus ein verbleibendes Risiko, welches der Öffentlichkeit kommuniziert und durch Eigenvorsorge begegnet werden sollte.
- Die **konzeptionelle Maßnahmenentwicklung** erfolgt auf Basis der definierten Schutzziele. Es werden ortsspezifische und individuelle Vorsorgemaßnahmen, die sowohl technisch als auch nicht-technisch sein können und auf die Vermeidung oder Minderung der infolge von Starkregen und Sturzfluten resultierenden Risiken abzielen, entwickelt und in einem Handlungskonzept zusammengestellt.
- In der **integralen Strategie** zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement werden die vorangegangenen Konzeptschritte und deren Ergebnisse überprüft und abschließend bewertet.
- Mit Hilfe der **Strategie für Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation** soll von Beginn an eine breite Akzeptanz für das erarbeitete Konzept in der Öffentlichkeit erreicht werden.
- Durch die **Öffentlichkeitsarbeit** muss ein möglichst breites Publikum erreicht werden. Es ist auf die unterschiedlichen Zielgruppen zu achten und die Kommunikation auf die individuellen Bedürfnisse und das soziale Umfeld der jeweiligen Zielgruppen anzupassen.
- Alle Beteiligten müssen sich ihrer **individuellen Betroffenheit** und auch ihrer eigenen Verantwortung im Rahmen des Sturzflut-Risikomanagements bewusst sein, damit auf kommunaler und auch auf privater Ebene sinnvolle Maßnahmen ergriffen werden können. Ziel ist es, ein **dauerhaftes Risikobewusstsein** zu schaffen.
- Den **Gefahrenkarten** kommt insbesondere im Rahmen des privaten Objektschutzes eine große Bedeutung zu. Zwar besteht im Gegensatz zu den Hochwassergefahrenkarten bislang in Deutschland keine Verpflichtung, Gefahrenkarten zu erstellen und zu veröffentlichen, dies wird jedoch ausdrücklich empfohlen. Sie sind so aufzubereiten, dass die Karteninhalte und die daraus zu ziehenden Konsequenzen für jedermann nachvollziehbar und verständlich sind.
- Eine **Controlling- und Verstetigungsstrategie** soll sicherstellen, dass das Sturzflut-Risikomanagement von Beginn an von allen beteiligten Akteuren in den Alltag übernommen, überprüft und an sich ändernde Rahmenbedingungen angepasst wird. Hierzu ist es notwendig, dass eine gesamtheitliche Strategie erarbeitet wird, die Erkenntnisse aus dem Konzept frühzeitig Berücksichtigung in der Planung finden, Ansprechpartner und Zuständigkeiten klar definiert sind, die politische Rückendeckung vorhanden ist und die Finanzmittel entsprechend geplant werden.



## 5 Hinweise zur Ausschreibung und Projektbegleitung

Zur Unterstützung des Ausschreibungsprozesses von Leistungen im Rahmen der Erarbeitung der Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement wurden Musterausschreibungsunterlagen erstellt. Sie sind dem vorliegenden Leitfaden als Anlage beigefügt. Die Musterausschreibungsunterlagen orientieren sich an den beschriebenen Konzeptbausteinen. Mit den Musterausschreibungsunterlagen werden folgende Ziele verfolgt:

- Es wird ein individuell anpassbares Grundgerüst für Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis vorgeschlagen.
- Sie bilden die Grundlage zur Kalkulation und Erstellung vergleichbarer Angebote.
- Es erfolgt eine Qualitätssicherung der Angebote (hinsichtlich Umfang, Inhalt, Detaillierungsgrad, Modellierungstechniken etc.).
- Sie bilden die Basis zur Ermittlung eines wirtschaftlichen Angebots.

Die Musterausschreibungsunterlagen sind so aufgebaut, dass die beschriebenen Leistungen als „Gesamtprojekt“ oder modular, stufenweise beauftragt werden können. Beide Vorgehensweisen haben Vor- und Nachteile und sind im jeweiligen Fall individuell abzuwägen. Insbesondere spielt auch die Zielstellung (Kapitel 3.2) einer Kommune eine wichtige Rolle, die im Rahmen der Ausschreibung konkretisiert werden sollte.

Der abschnitts- bzw. stufenweise Abruf (Beauftragung) einzelner Leistungen erhöht den Verwaltungsaufwand. Auf der anderen Seite können bereits erarbeitete Projekterkenntnisse sukzessive in die folgenden Bearbeitungsschritte eingebracht werden, so dass das Kostenrisiko für den Auftraggeber insgesamt niedriger ist. Die Musterausschreibung gibt durch pauschale bzw. aufwandsabhängige Kalkulationsoptionen die Möglichkeit, Projekterkenntnisse auch bei einer Gesamtausschreibung angemessen zu berücksichtigen.

Die Musterausschreibungsunterlagen können spezifische Besonderheiten einzelner Kommunen nicht berücksichtigen und sind daher anzupassen.

Im Idealfall liegen den Ausschreibungsunterlagen bereits Zusammenstellungen verfügbarer Grundlegendaten (siehe hierzu Kapitel 3.4) bei.

Insbesondere bei fehlendem spezialisiertem Fachpersonal vor Ort kann eine Unterstützung durch einen Projektsteuerer sinnvoll sein.

### 5.1 Hinweise zum personellen Aufwand und Zeiträumen

Der erforderliche zeitliche und personelle Aufwand zur Erstellung des Konzeptes – insbesondere derjenige für die Erstellung von Gefahrenkarten – ist zumeist im Vorfeld von Kommunen nur schwer einschätzbar und damit auch häufig ein Grund, warum die Thematik nicht zeitnah angegangen wird.

Natürlich kann der notwendige Aufwand nicht pauschal und einheitlich für jede Kommune angegeben werden. Neben der Qualifizierung und dem Engagement des bearbeitenden Personals sowie der Größe und Struktur der Kommune sind hierfür im Besonderen die individuelle Zielsetzung und damit die Art und der Umfang der gewünschten Informationen, die im Konzept erarbeitet werden sollen, entscheidend. Hieraus ergeben sich auch der Umfang und die notwendige Qualität der benötigten Grundlegendaten. Erfahrungsgemäß ist jedoch davon auszugehen, dass der Zeitaufwand je nach Größe der Kommune und den vorhandenen Strukturen im Mittel ein Jahr beträgt (mindestens 6 Monate bis zu 2 Jahren).

Sofern Personalkapazitäten zur Verfügung stehen, besteht gerade bei der Beschaffung und Zusammenstellung der Grundlagendaten für die Kommune die Möglichkeit, bestimmte Arbeiten in Eigenregie durchzuführen. Neben einer direkten Kosteneinsparung können auch wichtige Synergien durch die Orts- und auch Verwaltungsstrukturkenntnisse (z. B. Informationen zu Durchlässen und Unterführungen, zur Kanalisation, Hotspots im Starkregenfall, Zuständigkeiten, Datenablagestruktur, Ansprechpartner u. v. m.) der Mitarbeiter genutzt werden. Ein weiterer Vorteil der Übernahme dieser Aufgaben in Eigenregie ist auch, dass die zu erstellenden Ausschreibungsunterlagen für die Ingenieurbüros deutlich besser kalkulierbarer und auch nachvollziehbarer sind und hierdurch eine bessere Kostenkontrolle, aber auch Vergleichbarkeit der Angebote erzielt werden kann.

Insbesondere für kleine Kommunen kann es sinnvoll sein, einen Projektsteuerer zu verpflichten, der sowohl die Zusammenstellung der Grundlagendaten und die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen übernimmt als auch das Projekt bis zum Abschluss qualifiziert begleitet. Die späteren Kosteneinsparungen (Vergleichbarkeit der Angebote, Vermeiden bzw. Reduzieren von Nachträgen etc.) wiegen die hierdurch scheinbar entstehenden Zusatzkosten in der Regel auf.

## 5.2 Musterausschreibungsunterlagen

Bei den Ausschreibungsunterlagen handelt es sich um eine allgemeine Mustervorlage, die durch die Kommune an die Ziele und Randbedingungen vor Ort anzupassen ist. Die lokalen Vergabebedingungen sind durch die Vergabestelle vor Ort zu prüfen und zu ergänzen (Vorbemerkungen, Geschäftsbedingungen, Ingenieurverträge, Haftungshinweise, Terminvorgaben etc.).

Hinweis: Bei der Abgabe von Angeboten ist durch den Bieter klar auszuweisen, welches Modell mit welchem hydraulischen Berechnungsansatz verwendet wird, welche Vereinfachungen die Berechnungsmethode aufweist und welche Unsicherheit in den Ergebnissen hierdurch zu erwarten ist. Dies sollte bei der Wertung von Angeboten in Abwägung der Kosten-Nutzen-Betrachtung einbezogen werden.

### Zusammenfassung: Hinweise zur Ausschreibung und Projektbegleitung

- *Es wird empfohlen, die dem Leitfaden zugehörigen **Musterausschreibungsunterlagen** im Ausschreibungsprozess zu verwenden. Diese stellen ein auf die Besonderheiten der einzelnen Kommunen individuell anpassbares Grundgerüst dar und sollen die Vergleichbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Qualität der Angebote sicherstellen.*
- *Der notwendige **Aufwand zur Erstellung des Konzeptes zum Sturzflut-Risikomanagement** ist je nach Qualifizierung und Engagement des bearbeitenden Personals sowie der Größe und Struktur der Kommune individuell unterschiedlich. Erfahrungswerte zeigen, dass die Bearbeitungszeit rund ein Jahr (mindestens 6 Monate bis zu 2 Jahre) beträgt.*
- *Bestimmte Tätigkeiten können von der Kommune selbst übernommen werden. Auch der Einsatz eines **Projektsteuerers** kann sinnvoll sein.*

## Literatur

- ACHLEITNER, S., HUBER, A., LUMASSEGGER, S., KOHL, B., SPIRA, Y., WEINGRABER, F. (2020): *RAINMAN - PILOTSTUDIE OBERÖSTERREICH MODELLIERUNG VON STARKREGEN-OBERFLÄCHENABFLUSS/HANGWASSER. (LEITFADEN)* INSBROCK: UNWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH.
- ATV-A 118 (1999): „*HYDRAULISCHE BEMESSUNG UND NACHWEIS VON ENTWÄSSERUNGSSYSTEMEN*“. IN: *ATV-ARBEITSBLATT 118*. S. 32.
- BBK, BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE (HRSG.) (2015): *DIE UNTERSCHÄTZTEN RISIKEN „STARKREGEN“ UND „STURZFLUTEN“ - EIN HANDBUCH FÜR BÜRGER UND KOMMUNEN*. 1. AUFL. BONN: BONIFATIUS GMBH.
- BBSR (2018): *STARKREGENEINFLÜSSE AUF DIE BAULICHE INFRASTRUKTUR*. BONN: BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR).
- BBSR (2015): *ÜBERFLUTUNGS- UND HITZEVORSORGE DURCH DIE STADTENTWICKLUNG: STRATEGIEN UND MAßNAHMEN ZUM REGENWASSERMANAGEMENT GEGEN URBANE STURZFLUTEN UND ÜBERHITZTE STÄDTE. ERGEBNISBERICHT DER FALLSTUDIENGESTÜTZTEN EXPERTISE „KLIMAAANPASSUNGSSTRATEGIEN ZUR ÜBERFLUTUNGSVORSORGE VERSCHIEDENER SIEDLUNGSTYPEN ...“* BONN: BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (BBSR) IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR) (HRSG.).
- BENDEN, J. (2014): *MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN EINER MITBENUTZUNG VON VERKEHRSFLÄCHEN ZUM ÜBERFLUTUNGSSCHUTZ BEI STARKREGENEREIGNISSEN. (DISSERTATION)* AACHEN: RWTH AACHEN UNIVERSITY.
- BIRKMANN, B.W., JÖRN (2021): „*RISIKO STARKREGEN. STADTPLANUNG IM ZEICHEN DES KLIMAWANDELS | APUZ*“. *BPB.DE*. ABGERUFEN 28.06.2021 VON [HTTPS://WWW.BPB.DE/APUZ/WASSER-2021/328632/RISIKO-STARKREGEN-STADTPLANUNG-IM-ZEICHEN-DES-KLIMAWANDELS](https://www.bpb.de/apuz/wasser-2021/328632/risiko-starkregen-stadtplanung-im-zeichen-des-klimawandels).
- BUCHHOLZ, O., MUDERSBACH, C., EINFALT, T., SCHEIBEL, M., FISCHER, S. (2021): *DIE RÄUMLICHE UND ZEITLICHE ÜBERLAGERUNG VON STARKREGEN UND HOCHWASSERGEFAHREN UND IHRE DARSTELLUNG*. 1. AUFL. KÖLN: HOCHWASSERKOMPETENZCENTRUM E.V (UMGANG MIT HYDROLOGISCHEN BELASTUNGSGRÖßEN IN ZEITEN DES KLIMAWANDELS - HOCHWASSER UND STARKREGEN - HKC WERKSTATTBERICHT 2021).
- BWK/DWA-ARBEITSGRUPPE (2013): *STARKREGEN UND URBANE STURZFLUTEN – PRAXISLEITFADEN ZUR ÜBERFLUTUNGSVORSORGE. (FACHINFORMATION NR. 1/2013)* SINDELINGEN: FRAUNHOFER IRB VERLAG (BWK-FACHINFORMATION).
- COX, R.J., SHAND, T.D., BLACKA, M.J. (2010): *APPROPRIATE SAFETY CRITERIA FOR PEOPLE. AUSTRALIAN RAINFALL AND RUNOFF - REVISION PROJECT. (10. STAGE REPORT)* BARTON.
- DIFU (2018): *KOMMUNALE ÜBERFLUTUNGSVORSORGE. PLANER IM DIALOG - PROJEKTERGEBNISSE. 59 S. (PROJEKTBERICHT)* BERLIN: DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (DIFU).
- DIN EN 752 (2017): *ENTWÄSSERUNGSSYSTEME AUßERHALB VON GEBÄUDEN - KANALMANAGEMENT*.

- DWA-A 118 (2006): ARBEITSBLATT DWA-A 118 - HYDRAULISCHE BEMESSUNG UND NACHWEIS VON ENTWÄSSERUNGSSYSTEMEN. (REGELWERK NR. 4. AUFLAGE, KORRIGIERTE FASSUNG) HENNEF: DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (DWA-REGELWERK).**
- DWA-M 119 (2016): MERKBLATT DWA-M 119 - RISIKOMANAGEMENT IN DER KOMMUNALEN ÜBERFLUTUNGSVORSORGE FÜR ENTWÄSSERUNGSSYSTEME BEI STARKREGEN. (REGELWERK) HENNEF: DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (DWA-REGELWERK).**
- DWD (2020): NATIONALER KLIMAREPORT. (KLIMAREPORT NR. 4. KORRIGIERTE AUFLAGE) POTSDAM: DEUTSCHER WETTERDIENST.**
- DWD (2021): „WETTER UND KLIMA - DEUTSCHER WETTERDIENST - WARNUNGEN AKTUELL - WARNKRITERIEN“. ABGERUFEN 04.05.2021 VON [HTTPS://WWW.DWD.DE/DE/WETTER/WARNUNGEN\\_AKTUELL/KRITERIEN/WARNKRITERIEN.HTML](https://www.dwd.de/de/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html).**
- GDV (2021): „MEHRHEIT DER GEBÄUDE IN DEUTSCHLAND NICHT RICHTIG GEGEN NATURGEFAHREN VERSICHERT“. GDV-DIE DEUTSCHEN VERSICHERER. ABGERUFEN 09.02.2021 VON [HTTPS://WWW.GDV.DE/DE/THEMEN/NEWS/MEHRHEIT-DE-R-GEBAEUDE-IN-DEUTSCHLAND-NICHT-RICHTIG-GEGEN-NATURGEFAHREN-VERSICHERT-12176](https://www.gdv.de/de/themen/news/mehrheit-der-gebaue-in-deutschland-nicht-richtig-gegen-naturgefahren-versichert-12176).**
- GDV, DWD (2020): FORSCHUNGSPROJEKT „STARKREGEN“ - FACHBERICHT. (FACHBERICHT) BERLIN: GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT E. V.**
- HOCHSCHULE RHEINMAIN (2021): PROJEKT KLIMPRAX STARKREGEN UND KATASTROPHENSCHUTZ IN KOMMUNEN - HINWEISE ZUR BERECHNUNG UND ERSTELLUNG VON STARKREGENGEFAHRENKARTEN IN HESSEN. WIESBADEN: FACHBEREICH ARCHITEKTUR UND BAUINGENIEURWESEN, ARBEITSGRUPPE “STARKREGEN UND STURZFLUTEN” AM WASSERBAULABORATORIUM.**
- HSB (2017): PRAXISLEITFADEN - ERMITTLUNG VON ÜBERFLUTUNGSGEFAHREN MIT VEREINFACHTEN UND DETAILLIERTEN HYDRODYNAMISCHEN MODELLEN. (LEITFADEN) BREMEN: LEHRGEBIET SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT, HOCHSCHULE BREMEN.**
- IBH RHEINLAND-PFALZ UND WBW (2013): STARKREGEN - WAS KÖNNEN KOMMUNEN TUN? (LEITFADEN, BROSCHÜRE) KARLSRUHE: INFORMATIONEN- UND BERATUNGSZENTRUM HOCHWASSERVORSORGE RHEINLAND-PFALZ UND WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG MBH.**
- ILLGEN, M. (2019): HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR ERSTELLUNG VON STARKREGENGEFAHRENKARTEN IM SAARLAND. (LEITFADEN) KAISERSLAUTERN: HOCHSCHULE KAISERSLAUTERN, FACHBEREICH BAUEN UND GESTALTEN, PROFESSUR FÜR SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT.**
- ILLGEN, M. (2017): „STARKREGEN UND URBANE STURZFLUTEN – HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR KOMMUNALEN ÜBERFLUTUNGSVORSORGE“. IN: PORTH, M., SCHÜTTRUMPF, H. (HRSG.) WASSER, ENERGIE UND UMWELT: AKTUELLE BEITRÄGE AUS DER ZEITSCHRIFT WASSER UND ABFALL I. WIESBADEN: SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN (WASSER, ENERGIE UND UMWELT), S. 20–30, DOI: 10.1007/978-3-658-15922-1\_3.**

- KOCH, M., CARINA, S., SCHÄFER, K., THIELKING, K., WURTHMANN, J., GATKE, D., RAITH, K.I., HOPPE, H. (2021): „*DAS AUSKUNFTS- UND INFORMATIONSSYSTEM STARKREGENVORSORGE (AIS) ALS EIN WESENTLICHER BAUSTEIN FÜR EINE EFFEKTIVE KLIMAAANPASSUNGSSTRATEGIE IN BREMEN - KONZEPTION, UMSETZUNG UND EINFÜHRUNG IM RAHMEN EINES DBU-PROJEKTS*“. IN: KA KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL. ((68) · NR. 10).
- KOMMUNAL AGENTUR NRW (2015): *HOCHWASSER- UND ÜBERFLUTUNGSSCHUTZ - ANSÄTZE FÜR EINE FACHÜBERGREIFENDE ZUSAMMENARBEIT INNERHALB DER KOMMUNALVERWALTUNG ZUM HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT. (PRAXISLEITFADEN)* DÜSSELDORF: KOMMUNAL AGENTUR NRW.
- KRIEGER, K. (2021): „*PLANUNG UND HYDRAULISCHE ÜBERPRÜFUNG VON ÖFFENTLICHEN ENTWÄSSERUNGSSYSTEMEN - WERKSTATTBERICHT ZUR ÜBERARBEITUNG DES ARBEITSBLATTS DWA-A 118*“. IN: KA KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL. (WERKSTATTBERICHTE), (68. JAHRGANG NR. 10).
- KRUSE, E. (2016): „*KOPENHAGEN: VORREITER BEIM THEMA „ÜBERFLUTUNGSVORSORGE“*“. IN: KW KORRESPONDENZ WASSERWIRTSCHAFT. (2016 (9)-NR. 11).
- LAWA (2018): *LAWA-STRATEGIE FÜR EIN EFFEKTIVES STARKREGENRISIKOMANAGEMENT. (ENTWURF EINER STRATEGIE) ERFURT: LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) THÜRINGER MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND NATURSCHUTZ.*
- LFU (2021): *BAYERNS KLIMA IM WANDEL - HEUTE UND IN DER ZUKUNFT. (BROSCHÜRE)* AUGSBURG: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT.
- LFU (2017): *STURZFLUTEN- UND HOCHWASSEREREIGNISSE MAI/JUNI 2016 - WASSERWIRTSCHAFTLICHER BERICHT. (WASSERWIRTSCHAFTLICHER BERICHT)* AUGSBURG: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, REFERAT 61 UND 86.
- LFU (2019): „*ÜBERSICHT ÜBER FÖRDERMÖGLICHKEITEN IM WASSERBAU FÜR ZUWENDUNGSEMPFÄNGER NACH RZWAS 2018*“. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT.
- LIPPEVERBAND (2021): „*STURZFLUT*“. *STARK GEGEN STARKREGEN. ABGERUFEN 09.02.2021 VON [HTTPS://STARKGEGENSTARKREGEN.DE/GLOSSARY/STURZFLUT/](https://starkgegenstarkregen.de/glossary/sturzflut/)*
- LOCHBIHLER, K., LENDERINK, G., SIEBESMA, A. (2017): *THE SPATIAL EXTENT OF RAINFALL EVENTS AND ITS RELATION TO PRECIPITATION SCALING*. IN: GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 44.
- LUBW (2016): *LEITFADEN KOMMUNALES STARKREGENRISIKOMANAGEMENT IN BADEN-WÜRTTEMBERG. (LEITFADEN)* KARLSRUHE: LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG.
- MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): *STARKREGENVORSORGE IM STÄDTEBAU UND IN DER BAULEITPLANUNG. (BROSCHÜRE)* STUTTGART: MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU BADEN-WÜRTTEMBERG.
- MULNV NRW (2018): *ARBEITSHILFE KOMMUNALES STARKREGENRISIKOMANAGEMENT - HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTPLANUNG IN NRW. (ARBEITSHILFE)* DÜSSELDORF: MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN.



**RAINMAN (O. J.): „RISIKOKOMMUNIKATION“. RAINMAN TOOLBOX. ABGERUFEN 07.07.2021 VON [HTTPS://RAINMAN-TOOLBOX.EU/DE/HOME-DE/WERKZEUGE-METHODEN/RISIKOKOMMUNIKATION/](https://rainman-toolbox.eu/de/home-de/werkzeuge-methoden/risikokommunikation/).**

**REINSTALLER, S., MUSCHALLA, D. (2021): „MODELLBASIERTE URBANE ÜBERFLUTUNGSVORSORGE“. IN: ÖSTERREICHISCHE WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT. DOI: 10.1007/S00506-021-00746-4.**

**SCHLENKHOF, A., OERTEL, M. (2009): „ÜBER STARKREGEN UND STURZFLUTEN“. IN: BUW OUTPUT. (BUW OUTPUT), (II/2009), S. 6–11.**

**STMUV (2019): ARBEITSHILFE: HOCHWASSER- UND STARKREGENRISIKEN IN DER BAULEITPLANUNG. EINE PRAGMATISCHE ANLEITUNG FÜR KOMMUNEN UND DEREN PLANER. (ARBEITSHILFE) MÜNCHEN: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ UND BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WOHNEN, BAU UND VERKEHR.**

**STMUV (2021): KLIMA-REPORT BAYERN 2021. MÜNCHEN: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (STMUV).**

**STMUV (2020): WASSERSENSIBLE SIEDLUNGSENTWICKLUNG - EMPFEHLUNGEN FÜR EIN ZUKUNFTSFÄHIGES UND KLIMAANGEPASSTES REGENWASSERMANAGEMENT IN BAYERN. (LEITFADEN) MÜNCHEN: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (STMUV).**

**TÜXEN, M., EINFALT, T. (2021): „ANMERKUNGEN ZU RECHTLICHEN FRAGEN DER VERÖFFENTLICHUNG VON STARKREGENGEFAHRENKARTEN“. IN: KA KORRESPONDENZ ABWASSER, ABFALL. (FACHBEITRÄGE ENTWÄSSERUNGSSYSTEME), ((68) NR. 11).**

**UMWELTBUNDESAMT (2019): VORSORGE GEGEN STARKREGENEREIGNISSE UND MAßNAHMEN ZUR WASSERSENSIBLEN STADTENTWICKLUNG – ANALYSE DES STANDES DER STARKREGENVORSORGE IN DEUTSCHLAND UND ABLEITUNG ZUKÜNFTIGEN HANDLUNGSBEDARFS. (ABSCHLUSSBERICHT NR. 55) DESSAU-ROßLAU: UMWELTBUNDESAMT (TEXTE).**

**URBAS (2016): VORHERSAGE UND MANAGEMENT VON STURZFLUTEN IN URBANEN GEBIETEN (URBAS). (ABSCHLUSSBERICHT NR. FÖRDERKENNZEICHEN 0330701 C) AACHEN: BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (FÖRDERPROGRAMM DES BMBF: RISIKOMANAGEMENT EXTREMER HOCHWASSEREREIGNISSE (RIMAX)).**

**VKU (2015): STARKREGEN – EINE GEMEINSAME HERAUSFORDERUNG FÜR KOMMUNEN UND KOMMUNALE UNTERNEHMEN. (LOBBYBLATT) BERLIN: VERBAND KOMMUNALER UNTERNEHMEN E.V.**

**WINTERRATH, T., BRENDEL, C., HAFER, M., JUNGHÄNEL, T., KLAMETH, A., LENGFELD, K., WALAWENDER, E., WEIGL, E., BECKER, A., (2018): RADKLIM VERSION 2017: REPROZESSIERTE, MIT STATIONS DATEN ANGEEICHTE RADARMESSTUNGEN (RADOLAN)**

## Forschungsprojekte zum Sturzflut-Risikomanagement

### Bayernweit

#### HiOS

Das Projekt HiOS (Hinweiskarte Oberflächenabfluss & Sturzflut) wird im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt seit August 2017 bearbeitet. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Evaluierung und Klassifizierung der Gefährdung der bayerischen Kommunen durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten. Mithilfe einer GIS-Anwendung sollen oberflächenabfluss- und sturzflutbegünstigende bzw. -auslösende Faktoren abgefragt, verknüpft und bewertet werden. Die Ergebnisse sollen anschließend für vier verschiedene Niederschlagsszenarien in einer bayernweiten Hinweiskarte dargestellt werden. Die Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut soll erste Hinweise auf mögliche Gefährdungen geben und weitere Detailuntersuchungen durch die Darstellung von einzelnen Einflussfaktoren wie z. B. Gefälle oder Landnutzung unterstützen.

In HiOS werden außerdem die Möglichkeiten der hydrologischen und hydrodynamischen Modellierung von Oberflächenabfluss und Sturzfluten untersucht. Hierfür ist auch die Modellierung von abgelaufenen Schadensereignissen und der Einsatz von Hochleistungsrechnern (high performance computing - HPC) vorgesehen.

Das bayerische Landesamt für Umwelt fördert das Forschungsvorhaben HiOS (August 2017 – Dezember 2020) für eine Laufzeit von 3 Jahren.

Projektbeteiligte:

- Technische Universität München, Prof. Dr.-Ing. Markus Disse: Hydrologische Modellierung mit LARSIM, hydrodynamische Modellierung, GIS-Analyse
- Ludwig-Maximilians-Universität München, Prof. Dr. Ralf Ludwig: Hydrologische Modellierung mit WaSiM, Szenarienmodellierung zur Mitigation von Sturzfluten
- Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Dr. Anton Frank: Forschungsdatenmanagement, High-Performance Computing, Modulentwicklung

#### [Projektwebseite HiOS](#)

#### KLIWA

Was bedeutet der Klimawandel für die Gewässer und die Wasserwirtschaft in den süddeutschen Flussgebieten und wie müssen wir darauf reagieren?

Um diesen Fragen nachzugehen, haben die Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie der Deutsche Wetterdienst gemeinsam im Jahr 1999 das Kooperationsvorhaben „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA) ins Leben gerufen. Ziel dieser länder- und fachübergreifenden Zusammenarbeit ist es, mögliche Auswirkungen der Klimaveränderung auf den Wasserhaushalt und die Ökologie der Flussgebiete im Süden Deutschlands herauszuarbeiten, Konsequenzen aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen zu erarbeiten. Die Ergebnisse werden aufbereitet und in Publikationen und Vorträgen für verschiedene Zielgruppen veröffentlicht.

Projektbeteiligte:

- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM BW)
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)
- Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF)
- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU RP)

### Klimawandel, Klimaschutz | KLIWA

#### **WETRAX**

WETRAX (Weather Patterns, CycloneTracks and related precipitation Extremes) – Auswirkungen des Klimawandels auf großflächige Starkniederschläge in Süddeutschland und Österreich: Analyse der Veränderungen von Zugbahnen und Großwetterlagen.

Im Projekt WETRAX wurde die Veränderung von großräumigen Starkniederschlägen im Klimawandel für den Zeitraum 1951 bis 2100 untersucht. Diese Niederschläge haben das Potential zu großräumigen, extremen Flusshochwässern wie z. B. im August 2002 oder im Mai 2013 an Donau und Elbe. Das Untersuchungsgebiet umfasst Süddeutschland, Österreich und angrenzende Teile der Schweiz sowie Tschechiens. Als innovativer Ansatz wurden starkniederschlagsrelevante Muster der atmosphärischen Zirkulation nach zwei verschiedenen Vorgehensweisen bestimmt und ausgewertet.

Projektbeteiligte:

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung für Klimaforschung: Michael Hofstätter (Projektleitung)
- Universität Augsburg, Institut für Geographie: Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
- Fachliche Beratung:
- Deutscher Wetterdienst, Hydrometeorologie

#### WETRAX — ZAMG

Projekte aus der BMBF-Fördermaßnahme RegIKlim:

#### **KARE**

KARE Klimawandelanpassung auf regionaler Ebene: ansteigende Starkregenrisiken am Beispiel des bayrischen Oberlandes (Projektlaufzeit 2020 –2023).

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und ist eingebettet in die bundesweite Forschungsinitiative RegIKlim (Regionale Informationen zum Klimahandeln).

Zentraler Fokus des Projekts ist die transdisziplinäre Entwicklung, Erprobung und Verbreitung von neuen Methoden zur Schaffung und Bereitstellung planungsrelevanter Informationen im Umgang mit gegenwärtigen und zukünftigen Starkniederschlags- und folgenden Hochwasser- bzw. Schneelastereignissen. Dabei werden insbesondere Methoden für die Erstellung integrierter Szenarien zur Abschätzung zukünftiger Risiko- und Schadentrends entscheidend weiterentwickelt und gleichzeitig erprobt. Diese integrierten Szenarien beziehen sowohl die sich mit dem Klimawandel verändernden Naturgefahren (hier v. a. Starkniederschlag und Sturzflut) als auch die zukünftige Entwicklung von Exposition und Verwundbarkeit im Zusammenhang mit sozioökonomischen Veränderungen (Zuzug, Flächenentwicklung, demographischer Wandel, Versicherungsabdeckung etc.) ein.

Das Projekt KARE beabsichtigt, in vier Landkreisen südlich von München (Planungsregion 17, Oberland) Kommunen für den Anpassungsbedarf infolge ansteigender Starkregenereignisse zu sensibilisieren und gemeinsam mit regionalen Praxis- und Politikakteuren in zwei Pilotkommunen planungsrelevante Instrumente für das kommunale Risikomanagement und die Klimawandelanpassung zu entwickeln, zu testen und in andere Kommunen zu transferieren.

Konkret entwickelt das Projekt zielgruppenspezifische Informationen in Form eines Prozessleitfadens "Sturzflutrisikomanagement für Kommunen 2.0" sowie praxisorientierter Medien- und Bildungsformaten, die Kommunen effektiv bei der Etablierung eines Starkniederschlags-

risikomanagements unterstützen und praxisorientierte Handlungsempfehlungen für eine Risiko-Governance-Struktur und Risiko-Kommunikation auf kommunaler Ebene geben. (Projekte - Department für Geographie - LMU München o. J.)

Mittels einer regionalökonomischen Modellierung sowie Multikriterienanalyse werden mögliche Maßnahmenpakete zur Risikominderung im Hinblick auf ihre Effektivität und Kosteneffizienz evaluiert und auf ihre Akzeptanz hin untersucht.

Projektbeteiligte:

- Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
- Energiewende Oberland, Bürgerstiftung für Erneuerbare Energien und Energieeinsparung
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Department für Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)
- ifo Institut – Leibniz Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V.

[Forschung für Nachhaltigkeit \(FONA\) – FONA](#)

### ISAP

Für die Modellregion Stuttgart als polyzentrischer, hochverdichteter Raum mit starkem Wirtschaftswachstum ist die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels eine zentrale Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Wohn- und Lebensqualität in den 179 Städten und Gemeinden sowie die Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der Region insgesamt. Dabei ist die Region bereits heute durch massiven sommerlichen Hitzestress und lufthygienische Probleme gekennzeichnet. Starkregenereignisse haben mehrfach wichtige Infrastruktureinrichtungen getroffen. Im Vergleich zu bestehenden textlichen Anpassungsempfehlungen in der Planung und qualitativen Prüfinstrumenten besteht die Originalität des ISAP-Projekts in der Entwicklung eines quantitativen Anpassungs-Checks, der sowohl Indikatoren zu Anpassungskapazitäten als auch Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen auf stadt-regionaler Ebene umfasst. Auch mit der Entwicklung einer auf Grundlagen der regionalen Klimamodellierung aufbauenden stadt-regionalen hydrodynamischen Starkregengefahrenkarte wird Neuland beschritten. Insgesamt zielt das ISAP-Projekt auf die Verbesserung der Planungsgrundlagen sowie deren Anwendung in Entscheidungsprozessen, um den Einsatz von Klimaanpassungsmaßnahmen als selbstverständlichen und integrativen Teil der räumlichen Entwicklungsplanung zu etablieren. Dazu entwickelt ISAP gemeinsam mit der Region und der Stadt Stuttgart ein neues innovatives stadt-regionales Online-Informations- und Beratungssystem. Das System umfasst dabei erstens passgenaue stadt-regionale Informations- und Analyseinstrumente für die Klimaanpassung, wie Klimadaten, Vulnerabilitäten und Anpassungsnotwendigkeiten, die auch die speziellen Nutzerbedarfe in der Modellregion fokussieren. Zweitens sind darauf aufbauend Strategien und Werkzeuge zum Anpassungshandeln, wie z. B. der quantitative Anpassungs-Check, Indikatoren und Kriterien zu Anpassungskapazitäten sowie erweiterte Kosten-Nutzen-Methoden, zu entwickeln.

Projektbeteiligte:

- Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS)
- KIT Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Dep. Troposphärenforschung
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Abteilung Stadtklimatologie
- Verband Region Stuttgart
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH, gemeinnützig (IÖW)
- Deutsches Institut für Urbanistik GmbH (Difu), FB Umwelt
- Dr. Pecher AG, Erkrath

[ISAP – Integrative stadt-regionale Anpassungsstrategien in einer polyzentrischen Wachstumsregion: Modellregion – Region Stuttgart | Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung | Universität Stuttgart \(uni-stuttgart.de\)](#)

## **Sonstige wichtige Forschungs- und Förderprojekte im Kontext des Sturzflut-Risikomanagements**

### **URBAS**

Mit dem Vorhaben URBAS wurden neue Erkenntnisse zum Risikomanagement von Sturzregen und Sturzfluten im besiedelten Raum gewonnen. URBAS liefert darüber hinaus neue Informationen zur regionalen Risikoverteilung und -ausprägung von Sturzregen in besiedelten Bereichen.

Als konkrete Ergebnisse des Vorhabens liegen vor:

- Eine im Vorhaben entwickelte Datenbank mit über 490 erfassten Ereignissen mit Schadensfolgen in Deutschland der letzten ca. 25 Jahre,
- Fallstudienberichte zu Sturzflutereignissen in 15 Kommunen in Deutschland,
- Erarbeitung geeigneter und praktikabler Methoden der Gefahren- und Risikoanalyse für Sturzfluten in Kommunen und modellhafte Erarbeitung von Gefahren- und Risikokarten,
- Sammlung und Bewertung von Maßnahmen zur Schadensminderung bei Sturzfluten (Warnung, Ereignisbewältigung, Vorsorge) in den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Städtebau und Bauwesen, Katastrophenschutz,
- Weiterentwicklung des Unwetter-Warnsystems „KONRAD“ des Deutschen Wetterdienstes mit dem Ziel, insbesondere Starkregenzellen besser zu erkennen, die häufig Sturzfluten auslösen und
- die bundesweite Auswertung der Niederschlagsradarmessungen der letzten acht Jahre.

Potentielle Nutzergruppen der Ergebnisse sind Kommunen, Katastrophenschutzorganisationen, Institutionen und Wetterdienste, Versicherungen und Rückversicherungen sowie die betroffenen Bürger. (URBAS 2016)

[Willkommen bei URBAS — URBAS - Urbane Sturzfluten](#)

### **RAINMAN**

Die RAINMAN-Toolbox wurde im Rahmen des Projekts RAINMAN entwickelt. Das Projekt wurde von 07/2017 bis 06/2020 durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung EFRE im Rahmen des CENTRAL EUROPE-Programms kofinanziert.

Das Ziel des RAINMAN-Projekts war es, lokale und regionale Behörden und Akteure in Mitteleuropa beim Umgang mit Starkregengefahren zu unterstützen.

Aufbauend auf einer umfangreichen theoretischen Wissensbasis aus sechs mitteleuropäischen Ländern und im Austausch mit Behörden und Akteuren vor Ort wurden Methoden und Maßnahmen zum Umgang mit Starkregenrisiken getestet und in unseren Pilotaktivitäten umgesetzt. Unsere Erfahrungen haben wir in dieser RAINMAN-Toolbox zusammengefasst.

In dem im Projekt erstellten Leitfaden werden Ergebnisse und Erfahrungen aus den durchgeführten Arbeiten zusammenfassend präsentiert. Der erstellte Leitfaden soll eine praxisorientierte Hilfestellung zur Modellierung und Risikogebietsausweisung von Oberflächenabfluss mit zweidimensionalen hydrodynamischen Modellen bieten. Im Rahmen von RAINMAN wurden für vier Softwarepakete (Hydro\_AS-2D, TELEMAC2D, HEC-RAS 2D, FloodArea, JFlow) miteinander verglichen. Zusammenfassend können sich Unterschiede zwischen den Ergebnissen verschiedener Modelle im Bereich bis zu einigen cm in der Wasserspiegellage bei gleichen Anfangs- und Randbedingungen ergeben.

[Projektwebseite RAINMAN](#)



## KLAS

### KLimaAnpassungsStrategie Extreme Regenereignisse (KLAS)

Im Rahmen des DBU-Projekt KLAS wurden erfolgreiche Beispiele für die Erfüllung der kommunalen Gemeinschaftsaufgabe Starkregenvorsorge entwickelt. Initialgeber ist die Freie Hansestadt Bremen, die mit den Projektpartnern in dem Projekt KLAS – KLimaAnpassungs-Strategie Extreme Regenereignisse – auf mehr als acht Jahre Erfahrung in der kommunalen Starkregenvorsorge zurückblicken kann und eine integrierte Starkregenvorsorgestrategie im Planungs- und Verwaltungshandeln implementiert hat.

Hierzu gehört jetzt auch das Starkregen-Vorsorgeportal Bremen – eine Onlineplattform zur Stärkung der Eigenvorsorge von Bürger/-innen, das von den Projektpartnern entwickelt wurde. Mit dem Abschluss des Förderprojektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt „Auskunfts- und Informationssystem Starkregenvorsorge als Beitrag zur Klimaanpassung in Bremen (AIS)“ steht ein Produkt zur Verfügung, welches sich von vielen anderen Städten und dabei insbesondere kleineren und mittleren Kommunen adaptieren lässt.

Im Rahmen der DBU-Förderung ist 2017 auch der Praxisleitfaden zur Überflutungsmodellierung entstanden ([www.klas-bremen.de](http://www.klas-bremen.de)).

## MURIEL

Zielsetzung des DBU-Projekts „MURIEL“ war die Erarbeitung methodischer Ansätze zur Umsetzung solcher multifunktionalen Retentionsräume. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Zusammenführung unterschiedlicher „Planungskulturen“ gelegt. Im Rahmen des Projektes wurde zunächst die Planungsaufgabe näher analysiert. Hierzu wurden die bisherigen Erfahrungen im In- und Ausland zusammengetragen und bewertet, die Synergie- und Konfliktpotenziale beleuchtet und schließlich Handlungsempfehlungen zur Planung und Gestaltung multifunktionaler Flächen erarbeitet. Diese geben Hinweise zur Konzeption, zur Gestaltung (Entwurfsbausteine) sowie zur Finanzierung und zum dauerhaften Betrieb der Flächen. In die Planungshinweise sind auch praktische Erfahrungen aus exemplarischen Entwürfen für reale Flächen in den drei Partnerstädten Köln, Karlsruhe und Wesseling eingeflossen. Diese Pilotprojekte sollen in den nächsten Jahren als kommunale Leuchtturmaßnahmen umgesetzt werden.

## SAMUWA

SAMUWA ist ein Verbundforschungsvorhaben innerhalb der BMBF-Fördermaßnahme "Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung" (BMBF-INIS).

Hintergrund des Projektes ist die Erkenntnis, dass die städtische Wasserinfrastruktur zukünftig einem Wandel der stadthydrologischen Randbedingungen ausgesetzt sein wird. Globale Trends wie der Klimawandel und demografische Veränderungen werden von stadtspezifischen Entwicklungen überlagert. Beispiele dafür sind wachsende beziehungsweise schrumpfende Städte oder der Umgang mit überflutungsgefährdeten Wohngebieten. Für die Siedlungsentwässerung sind diese Veränderungen von besonderer Bedeutung, da sie derzeit auf statische und unflexible Systeme treffen. Im Vorhaben SAMUWA werden die bestehenden Systeme überdacht und sollen Wege aufgezeigt werden, die Planung und den Betrieb von Entwässerungssystemen zu einem anpassungsfähigen dynamischen Management zu führen. Dazu werden planerische Instrumente, IT-Werkzeuge und organisatorische Prozesse weiterentwickelt. Mit den Ergebnissen sollen Kommunen und ihre Entwässerungsbetriebe auf dem Weg der Umstellung einer konventionellen Entwässerungsplanung hin zu intelligenten Systemen mit einer anpassungsfähigen Bewirtschaftung des stadthydrologischen Gesamtsystems unterstützt werden.

[Projekt SAMUWA | Universität Stuttgart \(uni-stuttgart.de\)](http://ProjektSAMUWA|UniversitaetStuttgart.uni-stuttgart.de)

## **RISA**

Im Rahmen des RISA-Projektes Hamburg wurden durch Prof. Dr. Dickhaut und Kollegen der HafenCity Universität Hamburg zwei neue Planungsinstrumente vorgeschlagen: Der wasserwirtschaftliche Begleitplan (WBP) ist ein in RISA (Regeninfrastrukturanpassung Hamburg 2030) entwickeltes Planungsinstrument zur angemessenen und effizienten Integration der Belange der Regenwasserbewirtschaftung in den Bebauungsplanprozess bzw. in vorgeschaltete Plan- bzw. Wettbewerbsverfahren.

Als zweites Instrument wurde der sogenannte Wasserplan (ähnlich Wasserplan Rotterdam) entwickelt. Der Wasserplan soll themen- und disziplinenübergreifend erarbeitet werden und verfolgt somit einen integrativen Ansatz. Beide Planungsinstrumente sind derzeit noch gut ausgedachte Hilfen, die anhand von Pilotprojekten auf ihre Tauglichkeit genauer erprobt werden sollen, bevor der Hamburger Senat die Instrumente beschließt. (BBSR 2015)

<https://www.risa-hamburg.de/>