



Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg



Leitfaden

Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
BEARBEITUNG	Arbeitsgruppe Kommunales Starkregenerisikomanagement: Michael Koch (LRA Schwarzwald-Baar-Kreis) Wolfgang Hennegriff (LUBW) Markus Moser (RP Stuttgart) Matthias Groteklaes (RP Freiburg) Lutz Krause (LRA Breisgau-Hochschwarzwald) Steffi Röder (WBW Fortbildungsgesellschaft) Lennart Gosch (UM) Daniel Weinbrenner (UM) Dr. Martin Cassel (UDATA) Kristina Wilkinson (UDATA) Unter Mitwirkung von: Prof. Dr. Markus Weiler (Universität Freiburg) Prof. Dr.-Ing. Marc Illgen (Hochschule Kaiserslautern) Dr.-Ing. Hans Göppert (WALD + CORBE GmbH & Co. KG) Dr. André Assmann (geomer GmbH) Erich Mattes (Gesellschaft für Angewandte Hydrologie und Kartographie mbH) Marc Geörg (LUBW) Joachim Liebert (LUBW)
REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
BEZUG	Kostenloser Download unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/starkregen
ISBN	978-3-88251-391-2
STAND	Dezember 2016
TITELBILD	Braunsbach nach dem Starkregenereignis vom 29.05.2016: LUBW

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

1	ZUSAMMENFASSUNG	7
1.1	Hintergrund	7
1.2	Ziel des Leitfadens	8
1.3	Verantwortlichkeiten (siehe auch Kapitel 9)	9
1.4	Starkregenrisikomanagement	9
1.5	Vorgehensweise	10
2	STARKREGENEREIGNISSE IN BADEN-WÜRTTEMBERG	12
3	ABGRENZUNG ZU DEN AUFGABEN DER SIEDLUNGSENTWÄSSERUNG	15
3.1	Anforderungen an den kommunalen Überflutungsschutz	15
3.2	Abgrenzung zwischen kommunalem Überflutungsschutz und kommunalem Starkregenrisikomanagement	16
4	ABGRENZUNG ZUR ÜBERFLUTUNG AUS GEWÄSSERN	18
4.1	Hochwassergefahrenkarten (HWGK)	19
4.2	Starkregengefahrenkarten (SRGK)	20
5	ANALYSE DER ÜBERFLUTUNGSGEFÄHRDUNG BEI STARKREGEN	22
5.1	Eingangsgrößen	23
5.1.1	Oberflächenabflusswerte je Flächeneinheit	23
5.1.2	Topografie	24
5.2	Hydraulische Gefährdungsanalyse	25
5.3	Starkregengefahrenkarten	27
6	RISIKOANALYSE	30
6.1	Analyse der Starkregengefahrenkarte	30
6.2	Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche	31
6.3	Risikoermittlung und Risikobewertung	32
7	HANDLUNGSKONZEPT	36
7.1	Akteure bei der Erstellung des Handlungskonzeptes	36
7.2	Informationsvorsorge	36
7.2.1	Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit	36
7.2.2	Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe	37
7.2.3	Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft	37
7.3	Kommunale Flächenvorsorge	37
7.3.1	Starkregengefahren im Flächennutzungsplan	38
7.3.2	Starkregengefahren im Bebauungsplan	38
7.4	Krisenmanagement	38
7.5	Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen	41
7.6	Konzeption lokaler Pegelmessstellen und Niederschlagsinformationen	41

8	KOMMUNALE BAU- UND UNTERHALTUNGSMASSNAHMEN IM STARKREGENRISIKOMANAGEMENT	43
8.1	Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser	43
8.1.1	Technische Anforderungen an Anlagen zur Fernhaltung von Außengebietswasser	44
8.2	Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen	44
8.3	Siedlungsentwässerung	45
8.4	Straßen und Wege	46
8.5	Frei- und Grünflächen	47
8.6	Objektschutzmaßnahmen	47
8.7	Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)	48
9	RECHTLICHE FRAGESTELLUNGEN	50
10	FÖRDERUNG	52
10.1	Fördertatbestände	52
10.1.1	Grundlagenermittlung (Nr. 12.7 Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw))	52
10.1.2	Bauliche Maßnahmen (Nr. 12.1 FrWw)	52
10.2	Verfahren	52
11	LITERATURVERZEICHNIS	54
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	57
13	TABELLENVERZEICHNIS	59
14	ANHÄNGE	60
	Anhang 1 a Leistungsbeschreibung	60
	Anhang 1 b Preisblatt	60
	Anhang 1 c Definition der Datenformate	60
	Anhang 1 d Muster Risikosteckbrief	60
	Anhang 2 Hochwasser-Alarmstufenmodell	60
	Anhang 3 Methodische Grundlagen Oberflächenabflusswerte Baden-Württemberg	60
	Anhang 4 Glossar	60
	Anhang 5 Quellen zur Bewusstseinsbildung und Einschätzung der Gefahrenlage	60

1 Zusammenfassung

Starkregenereignisse im Sinne dieses Leitfadens sind lokal begrenzte Regenereignisse mit großer Niederschlagsmenge und hoher Intensität. Sie sind meist von sehr geringer räumlicher Ausdehnung und kurzer Dauer (konvektive Niederschlagsereignisse) und stellen daher ein nur schwer zu kalkulierendes Überschwemmungsrisiko dar. Lokale Starkregenereignisse und die damit verbundenen hohen Schäden rücken immer stärker ins Blickfeld des öffentlichen Interesses. Auch in Zukunft ist infolge der Klimaerwärmung mit einer Zunahme von extremen Niederschlagsereignissen zu rechnen. Daher stellt sich die Frage, was auf kommunaler Ebene getan werden kann, um Schäden durch Starkregenereignisse zu vermeiden oder sie zumindest zu minimieren.

Der Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ hat das Ziel, den verantwortlichen Entscheidungsträgern der Kommunalverwaltung ein landesweit einheitliches Verfahren zur Verfügung zu stellen. Der Leitfaden enthält Informationen und Anleitungen zur Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse in Bezug auf Starkregen und bildet damit die Grundlage für eine effektive Schadensreduzierung. Starkregenereignisse können nicht verhindert werden. Deshalb soll das Starkregenrisikomanagement ein wichtiges und effektives Instrument sein, um Vorsorgemaßnahmen zu planen und umzusetzen. Das können z.B. bauliche Maßnahmen sein, die Wasser außerhalb von Ortschaften zurückhalten oder einen zügigen, möglichst schadensfreien Abfluss innerorts ermöglichen, oder auch der Schutz von Gebäuden durch bauliche Veränderungen. Zu einem integrativen Managementkonzept gehören außerdem Maßnahmen zur Verbesserung des Risikobewusstseins, die umfassende Information und Beratung der potenziell betroffenen Bürger sowie die Anpassung und Verbesserung der Einsatzplanung im Ernstfall.

Der Leitfaden orientiert sich an der 2012 erschienenen Broschüre „Starkregen – Was können Kommunen tun?“ vom Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz (ibh) und der WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (ibh/WBW 2012)

sowie am Themenheft „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) und dem Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK).

Das kommunale Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg soll zukünftig nach der Methodik dieses Leitfadens durchgeführt werden. Dabei wird die entsprechende Vorgehensweise von der Überflutungsanalyse bis zum Handlungskonzept vorgestellt. Ziel ist ein landesweit einheitliches und qualitätsgesichertes Vorgehen, welches auch die Basis für eine Förderung nach den aktuellen Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw 2015) in Baden-Württemberg ist. Aus Kosten- und Qualitätsgründen wird dringend empfohlen, die Untersuchungen zum Starkregenrisikomanagement nicht nur für einzelne Kommunen sondern als Kooperationsprojekt von benachbarten Kommunen für Einzugsgebiete durchzuführen.

1.1 Hintergrund

In den letzten Dekaden haben durch Starkniederschläge verursachte Überschwemmungen wiederholt zu erheblichen Sachschäden geführt und auch Menschenleben gefordert. Erfahrungen aus der Versicherungswirtschaft zeigen, dass neben den Hochwasserschäden durch ausufernde Gewässer ein vergleichbarer Anteil der versicherten Überflutungsschäden durch Starkregenereignisse verursacht wird (GDV 2015).

Starkregen sind gekennzeichnet durch extrem kurze Vorwarnzeiten sowie eine unsichere Warnlage und wirken sich zum Teil außerhalb und unabhängig von Gewässern aus. Aufgrund der zeitlich und räumlich hoch variablen Niederschlagsverteilung können potenziell alle Regionen von Starkregen betroffen sein. Bedingt durch die hohen Niederschlagsintensitäten fließen große Anteile des Niederschlags oberirdisch ab und nutzen Wege, Straßen und Einschnitte im Gelände als Abflusswege. In Regionen mit hohem Gefällegradienten (Hügelland, Mittelgebirge, Hochgebirge) findet bei Starkregenereignissen ein großer

Teil der Abflussprozesse außerhalb der Gewässer auf der Geländeoberfläche als sogenannte Sturzflut statt. Durch Starkregen verursachte Sturzfluten verfügen über hohe Strömungskräfte und können große Mengen an Treibgut (z.B. Holz, Heu- und Silageballen etc.) und erodierte Materialien (z.B. Boden, Geröll etc.) mit sich reißen. Dieses Material sammelt sich an Verdolungseinläufen, Verrohrungen, Brücken, Stegen, Zäunen oder Rechen, wodurch Abflusshindernisse und damit potentielle Gefahrenpunkte entstehen. Durch den Rückstau an diesen Verklausungen wird das umliegende Gelände überflutet und es kann zu weiteren, schweren Schäden an Gebäuden und Infrastruktur kommen.

Auch in der Ebene können Starkniederschläge Überflutungen verursachen. Die großen Wassermengen, die bei Starkregenereignissen lokal abflusswirksam werden und die meist über den Bemessungsgrenzen der Kanalnetze liegen, können weite Flächen schnell unter Wasser setzen. Insbesondere die Bebauung und Infrastruktur in den Senken können dabei erheblich geschädigt werden.

Typische Schäden bei Starkregenereignissen sind Schäden durch Wassereintritt in Gebäude, Schäden an der Bausubstanz und Tragstruktur von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen. Beim Wassereintritt kann auch die chemische und stoffliche Belastung des Wassers eine entscheidende Rolle spielen, da das Oberflächenwasser bspw. mit Mineralölen, Chemikalien oder Fäkalien verunreinigt sein kann. Diese Belastungen können zu erheblichen Folgeschäden führen.

Die Vorhersage lokaler Starkregenereignisse ist bedingt durch die Kleinräumigkeit der Niederschlagszellen nur sehr ungenau möglich. Die Unwetterwarnungen des DWD sind daher nur als Vorwarnwerkzeug geeignet. Gerade diese Unsicherheiten über Gefährdungsorte und die kurzen Reaktionszeiten erschweren geeignete Vorsorgemaßnahmen. Ein weiterer Faktor, der die Vorsorge erschwert, ist das geringe Risikobewusstsein der Kommunen und der Bevölkerung. Da Überflutungen durch Starkregen auch abseits von Gewässern erfolgen können, fehlen offensichtliche Gefährdungs- und Risikoindikatoren. Meist steigt das Bewusstsein erst nach einem Ereignis an, sinkt aber ohne regelmäßige Informations- und Auf-

klärungsmaßnahmen relativ schnell wieder ab. Die Kommune sollte daher durch die entsprechenden Informationsangebote für ein verbessertes Risikobewusstsein der Bevölkerung sorgen.

In Baden-Württemberg wird die Erarbeitung eines kommunalen Konzeptes für das Starkregenrisikomanagement grundsätzlich dringend empfohlen. Viele lokale Starkregenereignisse der letzten Jahre (z.B. Killertal 2008, Glemsgebiet 2010, Bretten und Bonndorf 2015, Biberach oder Braunsbach 2016) mit teils dramatischem Verlauf und hohen Schadenssummen haben gezeigt, dass auch abseits von größeren Gewässern Überflutungsrisiken bestehen. Daher sollte auch im Bereich des kommunalen Starkregenrisikomanagements eine solide Planungsgrundlage erarbeitet werden, die für die Etablierung von Maßnahmen sowie die Aufstellung von Alarm- und Einsatzplänen unabdingbar ist.

Gemäß den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw 2015) sind in Baden-Württemberg die Erstellung von kommunalen Starkregengefahrenkarten mit nachfolgender Risikoanalyse und darauf aufbauendem Handlungskonzept sowie die daraus eventuell resultierenden baulichen Maßnahmen zur Ableitung oder Rückhaltung von Oberflächenabfluss aus den Außengebieten förderfähig, wenn das hier beschriebene Verfahren angewandt wird. Das Starkregenrisikomanagement ist dabei als kommunale Gemeinschaftsaufgabe unter Einbeziehung aller Beteiligten zu verstehen. Es kann entscheidend zur Vorsorge und Bewältigung von Starkniederschlagsereignissen und damit zur Schadensbegrenzung beitragen.

1.2 Ziel des Leitfadens

Der Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ ist eine praxisorientierte Hilfestellung für die kommunalen Fachplaner und Entscheidungsträger in Baden-Württemberg. Mit diesem Leitfaden erhalten die Verantwortlichen in den Behörden Hintergrundinformationen und Handlungsanleitungen, um das Starkregenrisiko bewerten und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung möglicher Schäden identifizieren zu können. Die Maßnahmen im öffentlichen und privaten Bereich müssen übergreifend koordiniert und aufeinander abgestimmt werden, um in einem integrativen Handlungskonzept

die größtmögliche Wirksamkeit in Bezug auf die Risikominimierung zu erreichen. Daher sollten Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Starkregen konzeptionell und gesamtschaulich von der Kommune geplant und koordiniert werden.

Im Leitfaden wird den Kommunen ein standardisiertes Vorgehen zur Risikominderung an die Hand gegeben: Zunächst werden die Aufgaben des Starkregenrisikomanagements zu den Aufgaben der Siedlungsentwässerung (Kapitel 3) und den Aufgaben des Hochwasserrisikomanagements (Kapitel 4) abgegrenzt. Es wird die Vorgehensweise der Überflutungsanalyse (Kapitel 5) und der Risikoanalyse (Kapitel 6) sowie die Erstellung eines Handlungskonzeptes (Kapitel 7) beschrieben. Die Qualitätsstandards und technischen Randbedingungen für diese Analyseschritte werden vorgestellt. Weiterhin liefert der Leitfaden einen Überblick zu kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen (Kapitel 8). Es werden die rechtlichen Rahmenbedingungen erläutert (Kapitel 9) sowie die grundsätzlichen Förderrichtlinien (Kapitel 10) beschrieben. Eine Musterleistungsbeschreibung, ein Musterpreisblatt sowie die Definition der Datenformate für kommunale Ausschreibungen zur Erarbeitung des kommunalen Starkregenrisikomanagements, z.B. durch externe Ingenieurbüros, werden im Anhang 1a, 1b und 1c dargestellt.

1.3 Verantwortlichkeiten (siehe auch Kapitel 9)

Die Vermeidung oder Minderung von Schäden aus Starkregenereignissen ist sowohl Aufgabe der Kommune als auch jedes Einzelnen. In der Verantwortung kommunaler Träger und Gebietskörperschaften liegen vor allem Vorsorgemaßnahmen, die in unmittelbarem Bezug zur kommunalen Infrastruktur und Planung stehen. Die Kommunen haben eine Vorsorgepflicht gegenüber ihren Bürgern. Daher sollen z.B. Flächennutzungs- und Bebauungspläne so ausgerichtet werden, dass die möglichen Auswirkungen von Starkregen angemessen berücksichtigt sind. Die Bauleitplanung ist hier ein wichtiges kommunales Planungswerkzeug. Vor allem bei der Ausweisung neuer Bau- und Gewerbegebiete müssen auch die möglichen Auswirkungen von Starkregenereignissen berücksichtigt werden

(BGH Urteil vom 18.02.1999 – III ZR 272/96 zur Amtspflicht der Kommune, bei der Planung und Erstellung der für ein Baugebiet notwendigen Entwässerungsmaßnahmen Niederschlagswasser zu berücksichtigen, das aus einem angrenzenden Gelände in das Baugebiet abfließt).

Die Kommunen sind in ihrer Funktion als Ortspolizeibehörde für die polizeiliche Gefahrenabwehr, und damit für die Erstellung von Alarm- und Einsatzplänen, verantwortlich. Eine weitere wichtige Aufgabe der Kommunen ist die Information der Bevölkerung und der ansässigen Wirtschaft hinsichtlich der Starkregengefahr. Nur wenn diese Gefahr dem Bürger bekannt ist, kann er seiner Eigenverantwortung zur Vorsorge nachkommen.

Auszug aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) § 5 Allgemeine Sorgfaltspflichten

Abs. 2:

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

1.4 Starkregenrisikomanagement

Ein absoluter Schutz gegen die negativen Auswirkungen von Überflutungen durch Starkregen ist nicht möglich. Allerdings kann durch geeignete Vorsorgemaßnahmen das Schadenspotenzial bzw. das Gefährdungsrisiko verringert werden. Seit einigen Jahren findet dabei ein Umdenken statt: Weg vom Schutzversprechen der öffentlichen Hand hin zum bewussten Umgang mit dem (Überflutungs-) Risiko (siehe auch Schmitt 2011). Neben dem bisherigen Fokus auf technische Schutzmaßnahmen müssen verstärkt auch andere Maßnahmenfelder des Risikomanagements (Abbildung 1) zur Minderung bestehender Risiken genutzt werden. Dieses risikominimierende Denken erfordert vor allem eine verbesserte Vorsorge von Seiten der Kommunen und ihrer Verwaltungen sowie der betroffenen Bevölkerung.

Generell kann das Risiko durch Starkregen als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial (oder auch Vulnerabilität) definiert werden. Um ein Risiko zu mindern, können sowohl bauliche Maßnahmen, welche das Wasser ableiten oder zurückhalten, als auch Vorsorgemaß-



Abbildung 1: Handlungsfelder im Starkregenrisikomanagement (überarbeitet nach WBW, 2012)

nahmen, die das Schadenspotenzial reduzieren, ergriffen werden. Ein effektives und integratives Starkregenrisikomanagement sollte möglichst beide Aspekte beinhalten.

Wesentlicher Bestandteil des Starkregenrisikomanagements sind die Starkregengefahrenkarten, in denen Flächen, die bei Starkregenereignissen besonders gefährdet sein können, gekennzeichnet werden. In diesen Karten sind die Überflutungsflächen und -tiefen und ggf. auch die Fließgeschwindigkeiten bei Starkregenereignissen unterschiedlicher Intensitäten dargestellt, um kritische Bereiche und gefährdete Objekte zu identifizieren.

1.5 Vorgehensweise

Der erste Schritt in der generellen Vorgehensweise des Starkregenrisikomanagements (Abbildung 2) ist die Analyse der Überflutungsgefahr. Dafür werden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) landesweit einheitlich ermittelte Oberflächenabflusswerte zur Verfügung gestellt. In deren Berechnung gehen sowohl statistische Wahrscheinlichkeiten zu Niederschlägen und Bodenfeuchte als auch Informationen über die Bodenverhältnisse, die Bodenbedeckung und die Topographie ein.



Abbildung 2: Schematische Darstellung des Vorgehens im Starkregenrisikomanagement

Mit Hilfe einer zweidimensionalen hydraulischen instationären Modellierung (auch zweidimensionales instationäres hydrodynamisches numerisches Simulationsmodell) werden anschließend Abflusswege, die Ausdehnung entstehender Überflutungen sowie die zugehörigen Überflutungstiefen [m] und Wasserspiegellagen [m + NN] und ggf. auch tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten [m/s] berechnet. Die so erzeugten Starkregengefahrenkarten bilden die Grundlage für die anschließende Risikoanalyse und die Erstellung eines Handlungskonzeptes zur Risikominderung.

In den Starkregengefahrenkarten werden drei mögliche Oberflächenabflussszenarien betrachtet (siehe auch Begrifflichkeiten im DWA Merkblatt M 119 (Entwurf Juli 2015)):

- ein seltenes Oberflächenabflussereignis
- ein außergewöhnliches Oberflächenabflussereignis
- ein extremes Oberflächenabflussereignis

Durch eine Verschneidung der Gefahreninformationen (Ausbreitung, Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit der drei Oberflächenabflussereignisse selten, außergewöhnlich und extrem) aus den Starkregengefahrenkarten mit Angaben zu kritischen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen kann anschließend das bestehende Risiko analysiert und bewertet werden. Resultat des Gesamtprozesses ist ein Handlungskonzept zur Risikominimierung, in dem mögliche bauliche und nicht-bauliche Vorsorgemaßnahmen identifiziert und beschrieben werden.

Fazit:

Starkregen:

- haben eine sehr kurze bzw. keine Vorwarnzeit
- können zu erheblichen Schäden führen
- führen zu Oberflächenabflüssen, die entfernt von Gewässern stattfinden können
- sind nur in geringem Maß im Risikobewusstsein der Bevölkerung und der Kommunen verankert

Starkregenrisikomanagement:

- soll die potenzielle Überflutungsgefährdung darstellen
- hilft, potenzielle Schäden abzuschätzen und zu bewerten
- soll Risiken ermitteln
- soll Schäden durch geeignete Vorsorgemaßnahmen reduzieren

2 Starkregenereignisse in Baden-Württemberg

In den letzten Jahren traten auch in Baden-Württemberg verstärkt Überflutungen auf, die durch lokal begrenzte Starkregenereignisse verursacht wurden, z.B. in Bretten (Abbildung 3) oder in Bonndorf im Juni 2015 oder in Braunsbach im Mai 2016 (Abbildung 4). Eine zusammenfassende Übersicht (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zu Starkregenereignissen in Baden-Württemberg (1980 – 2016) liefert Abbildung 6.

Zitat Pforzheimer Zeitung vom 08.06.2015

„Am Samstag setzte über dem Ort ab 18.30 Uhr sehr starker Regen ein, der ungefähr zwei Stunden anhielt, wie die Polizei berichtet. Zweimal hagelte es für jeweils etwa 15 Minuten – mit Hagelkörnern bis zu einer Größe von vier Zentimetern. Laut Recherchen im Internet regnete es in diesem Zeitraum weit mehr als 100 Liter pro Quadratmeter, so die Polizei. Die Gewitterzelle regnete sich komplett über Bretten aus, sie stand förmlich über der Stadt – die umliegenden Ortschaften blieben von dem heftigen Unwetter verschont.

Die Folge des Dauerregens: Sämtliche Senken der Innenstadt waren mit Wasser und später auch mit Schlamm aus den umliegenden Äckern überschwemmt. Die Zufahrt zur Rechbergklinik war für rund drei Stunden nicht mehr möglich. Mehrere Fahrzeuge wurden aus den Senken Heilbronner Straße, Herrmann-Beuttenmüller-Straße und Rinklinger Straße von der Feuerwehr geborgen. Zwei Fahrzeuge waren nicht mehr zu retten. Es kam zu mehreren Motorschäden durch Wassereintritt...“

Abbildung 3: Starkregenereignis in Bretten am 06.06.2015

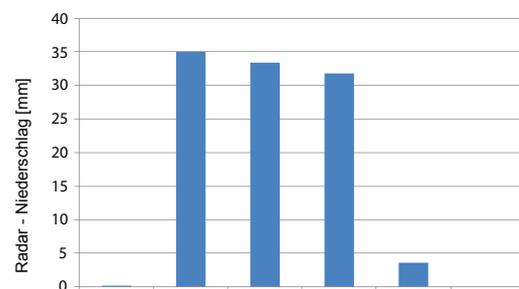
Diese Ereignisse waren gekennzeichnet durch sehr hohe Niederschlagsmengen in sehr kurzer Zeit. Die Kommunen wurden von den extremen Wassermassen überrascht, binnen kürzester Zeit waren die lokalen Kanalisationssysteme ausgelastet und das Regenwasser floss oberirdisch ab. Bei dem Ereignis in Braunsbach am 29.05.2016 fielen im Einzugsgebiet mehrerer kleinerer Bäche in einer Stunde mehr als 90 mm Niederschlag. Diese Wassermengen wurden in wenige Täler, die in die Jagst und Kocher münden, kanalisiert (Ziese et al., DWD 2016, siehe Abbildung 5).

Große Schäden werden bei diesen Ereignissen insbesondere durch Geröll und Gestein, teilweise auch durch mitgeführte Baumstämme verursacht, mit denen das oberflächlich abfließende Wasser enorme Kräfte auf alle im Weg befindlichen Objekte und Strukturen ausüben kann. Dies kann zu einem Ausfall der Wasser- und Stromversorgung führen, Abwasserleitungen oder die Kommunikati-

onsinfrastruktur können beschädigt, ganze Orte von der Außenwelt abgeschnitten werden.

Im Zuge des Klimawandels wird vermehrt mit Extremwetterereignissen gerechnet. Höhere Durchschnittstemperaturen verstärken einerseits die Verdunstung, andererseits wird auch die Wasserdampfkapazität der Atmosphäre erhöht, d.h. im Mittel steigt der absolute Wasserdampf-

Regenmenge
ca. 100 mm in 90 min!



gehalt der Luft an. Pro Niederschlagsereignis steht dann mehr Wasserdampf zur Verfügung, weshalb es zu häufi-



Abbildung 4: Starkregenereignis in Braunsbach am 29.05.2016 (LUBW)

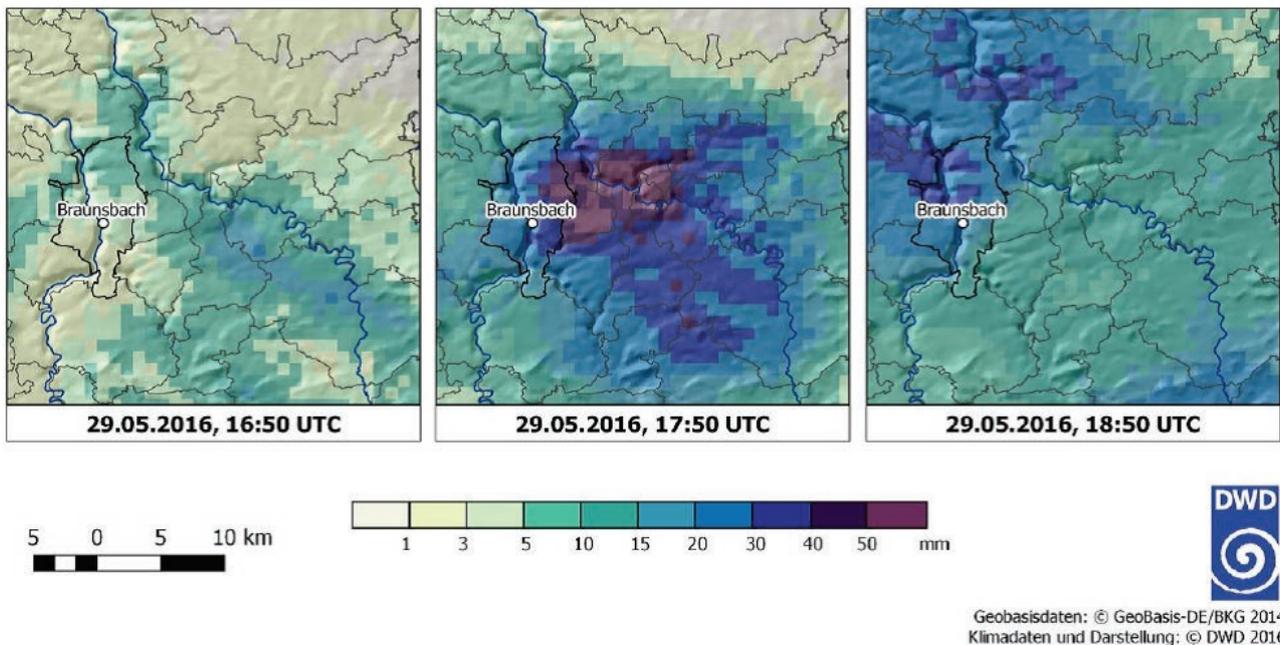


Abbildung 5: Stündliche Radarniederschläge (RADOLAN) um Braunsbach (Baden-Württemberg) in der intensivsten Stunde (Mitte) und der Stunde davor (links) und danach (rechts) (Weigl, DWD 2016).

geren extremen Ereignissen mit größeren Niederschlagsmengen kommen kann. Allerdings sind neben diesen rein physikalischen Gesetzmäßigkeiten auch die dominierenden Großwetterlagen wichtig bei der Entstehung von Gewittern mit Starkregen, die zu Überflutungen führen können. Mit dem Klimawandel wird sich zukünftig auch die Häufigkeit des Auftretens bestimmter Großwetterlagen verändern (Ziese et al., 2016).

Bedingt durch die Kleinräumigkeit der konvektiven Niederschlagsereignisse und ihre eingeschränkte Vorhersagbarkeit kann prinzipiell jede Kommune von Starkregenerenissen betroffen sein. Die Kommunen sollten daher mögliche Gefährdungen von Menschen sowie Schäden an Objekten, Bereichen und Infrastruktur durch Starkregen in Betracht ziehen und geeignete Vorsorgemaßnahmen zur Risikominimierung treffen.

Fazit

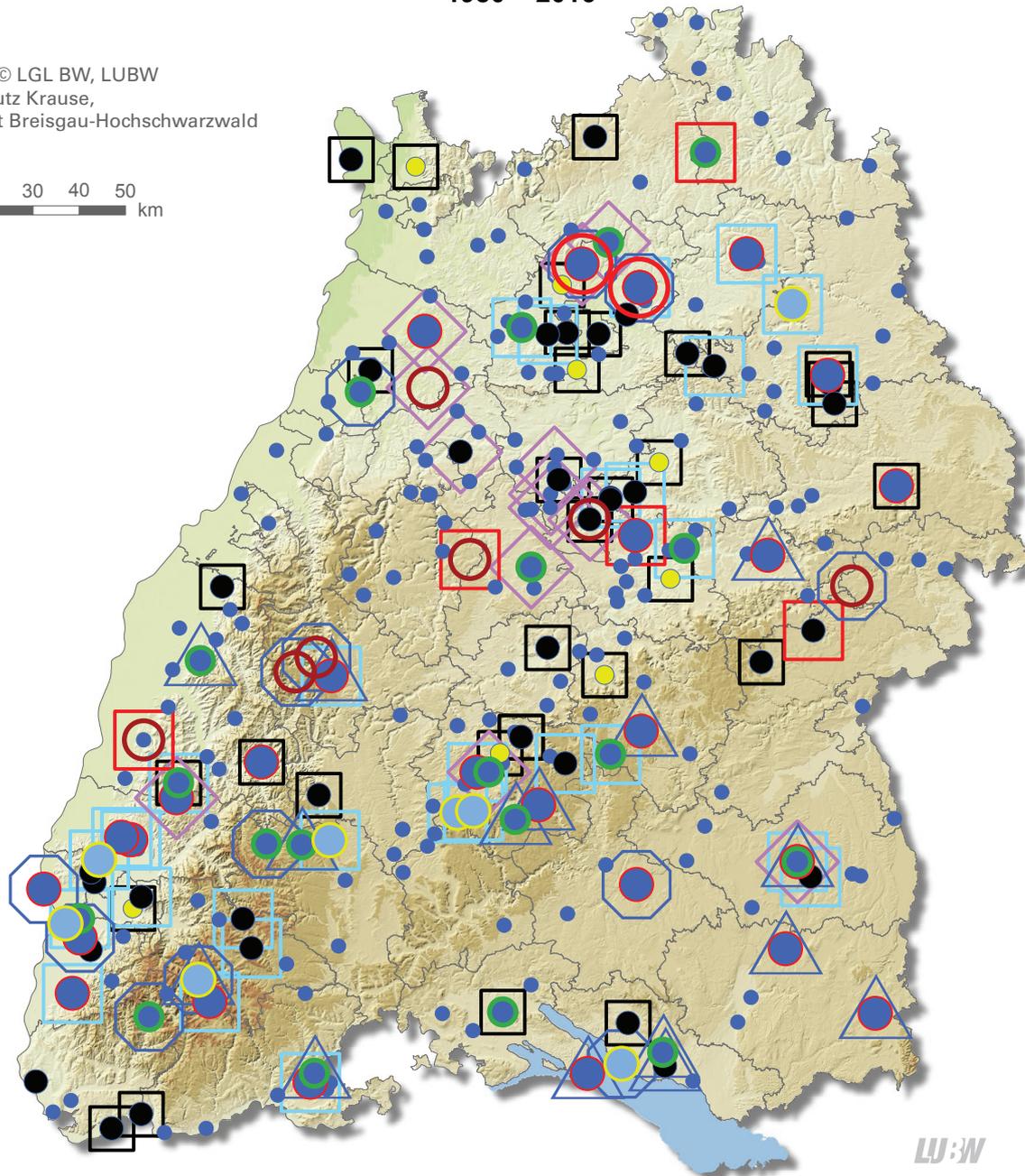
- Starkregen sind in den letzten Dekaden in Deutschland und Baden-Württemberg gehäuft aufgetreten.
- Diese Trends werden sich in Zukunft wahrscheinlich fortsetzen.

Starkregenerereignisse in Baden-Württemberg

1980 – 2016

Grundlage: © LGL BW, LUBW
 Bildautor: Lutz Krause,
 Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald

0 10 20 30 40 50
 km



Niederschlagsmenge [mm]

- N-Menge unbekannt; Anzahl der Ereignisse (195)
- 0,1-20; Anzahl der Ereignisse (8)
- 20-40; Anzahl der Ereignisse (42)
- 40-60; Anzahl der Ereignisse (31)
- 60-80; Anzahl der Ereignisse (19)
- 80-100; Anzahl der Ereignisse (8)
- 100-120 (Anzahl der Ereignisse (7)
- 120-125; Anzahl der Ereignisse (2)

Niederschlagsdauer [h]

- > 1 - 30 min; Anzahl der Ereignisse (33)
- >30 min bis 1 h; Anzahl der Ereignisse (33)
- ◇ > 1 h bis 2 h; Anzahl der Ereignisse (13)
- > 2 h bis 3 h; Anzahl der Ereignisse (5)
- △ > 3 h bis 12 h; Anzahl der Ereignisse (15)
- > 12 h bis 72 h; Anzahl der Ereignisse (13)

Abbildung 6: Starkregenerereignisse in Baden Württemberg (1980–2016), Datengrundlagen: URBAS-Datenbank (BMBF - URBAS, 2008), European Severe Weather Database (www.eswd.eu), die TORDACH-Datenbank sowie eine gezielte Befragung von Städten und Landkreisen durch die WBW

3 Abgrenzung zu den Aufgaben der Siedlungsentwässerung

Kommunaler Überflutungsschutz soll den Schutz von Bebauung und Infrastruktur vor eindringendem Wasser unter Berücksichtigung empfohlener (maximaler) Überstau- bzw. Überflutungshäufigkeiten gewährleisten. Kommunaler Überflutungsschutz (entsprechend DIN EN 752) betrachtet häufige und seltene Niederschlagsereignisse, d.h. die Bemessung der Kanalisation auf Überstaufreiheit (für häufige Niederschlagsereignisse) bzw. die schadlose Überflutung (bei seltenen Niederschlagsereignissen).

Nach § 46 Abs. 1 Wassergesetz Baden-Württemberg (WG) obliegt die Abwasserbeseitigungspflicht den Kommunen. Die Frage des kommunalen Überflutungsschutzes, d.h. die Verantwortlichkeit für Niederschlagsereignisse oberhalb der Bemessungsgrenze der Kanalisation (bei seltenen Niederschlagsereignissen), steht damit auch im Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigungspflicht der Kommunen.

Gemäß § 54 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist das gesammelt abfließende Niederschlagswasser aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen Abwasser. Sogenanntes wild abfließendes Wasser bzw. Außengebietswasser ist, solange es nicht gesammelt, gefasst und in eine Kanalisation eintritt, kein Abwasser. Dennoch ist die Berücksichtigung dieses Wassers, sofern es einem erschlossenen Siedlungsgebiet zufließt, kommunale Pflichtaufgabe im Rahmen einer hochwassersicheren Erschließung (BGH-Urteil vom 18.02.1999). Unabhängig davon ist Außengebietswasser, das infolge von häufigen und seltenen Niederschlagsereignissen in die Kanalisation eintritt, beim kommunalen Überflutungsschutz und ggf. im Rahmen der Kanalisationsplanung zu berücksichtigen.

Das öffentliche Entwässerungssystem der Kommunen hat somit einen definierten Entwässerungskomfort zu gewährleisten, der sich nach der jeweiligen Gebietsnutzung richtet (DIN EN 752, DWA-A 118, DWA-Arbeitsberichte). Die DIN EN 752 (Kapitel 8.4.3.1) empfiehlt in diesem Zusammenhang ausdrücklich eine Risikoabschätzung bzgl. der Auswirkungen von Starkregen: „Regenwasserleitun-

gen und -kanäle sind so zu bemessen, dass Überflutungen begrenzt werden. Die Überflutung bei sehr starken Regenfällen ist üblicherweise kaum zu vermeiden. Daher müssen die Kosten und die politische Entscheidung der damit erzielbaren Überflutungssicherheit in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Der Schutzgrad sollte auf einer Risikoabschätzung der Auswirkungen auf Personen und Sachgüter beruhen...“. Die Kommunen liefern damit im Zusammenspiel mit der Grundstücksentwässerung einen wesentlichen Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge (kommunaler Überflutungsschutz), wobei das hierdurch leistbare Schutzniveau seine Grenzen bei außergewöhnlichen und extremen Starkregen hat, die über den Bemessungsvorgaben der Entwässerungsinfrastruktur liegen.

3.1 Anforderungen an den kommunalen Überflutungsschutz

Die Aufgabe des Abwasserbeseitigungspflichtigen liegt zunächst in der Bemessung der Kanalisation für den Bemessungsregen (häufige Niederschlagsereignisse, Jährlichkeit: 1 bis 5 Jahre, in Einzelfällen 10 Jahre), d.h. das Ziel ist hier die Überstaufreiheit des Kanals (Vollfüllung sowie Einstau bis zur Straßenoberkante). Außerdem soll langfristig der Überflutungsschutz für seltene Niederschlagsereignisse im Bereich der Jährlichkeiten 10 bis 30 Jahre (in wenigen Einzelfällen 50 Jahre) gewährleistet werden. Die Kommunen sind aber nicht verpflichtet, für jedes außergewöhnliche Ereignis eine einwandfreie Ableitung in öffentlichen Entwässerungseinrichtungen zu gewährleisten. Anfallendes Außengebietswasser ist, sofern es einem Kanal zufließt, sowohl bei häufigen als auch seltenen Niederschlagswasserereignissen entsprechend mit zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Empfohlene Überflutungs- und Überstauhäufigkeiten (aus DWA M119, Tabelle1, Entwurf 7/2015)

Örtlichkeit / Flächennutzung	Überflutungshäufigkeit 1)	Überstauhäufigkeit	
	Entwurf /Neuplanung	Entwurf/Neuplanung	Bestehende Systeme 2)
Ländliche Gebiete	1 in 10	1 in 2	-
Wohngebiete	1 in 20	1 in 3	1 in 2
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 30	seltener als 1 in 5	1 in 3
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50	seltener als 1 in 10*)	1 in 5

Anmerkungen:

1) Empfohlene Werte für Entwurf/Neuplanung nach DIN EN 752: 2008.

2) Werte als „Mindestleistungsfähigkeit“ bestehender Systeme nach ATV-DVWK (2004) – Nachweis eines überstaufreien Betriebs.

*) Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände in der Regel unmittelbar eine Überflutung miteinhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen.

Die Anforderungen hierzu sind im Laufe der Zeit gewachsen und können bei Bestandssystemen nur sukzessive über einen langen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten und auch nicht allein durch die unterirdische Kanalisation erreicht werden.

Diese Anforderungen ergeben sich aus DIN EN 752 in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118. Hier wird einerseits die Bemessung der Kanäle in Bezug auf Überstaufreiheit je nach Siedlungsstruktur (Wohngebiete, Gewerbegebiete, unterirdische Verkehrsanlagen etc.) definiert und andererseits die Anforderungen an den Überflutungsschutz von überflutungsgefährdeten Bereichen, wie z.B. Unterführungen, aber auch von Gebäuden, berücksichtigt.

Dies gilt bei Neuplanungen und Sanierungen, bei bestehenden Systemen wird i.d.R. der überstaufreie Betrieb nachgewiesen.

3.2 Abgrenzung zwischen kommunalem Überflutungsschutz und kommunalem Starkregenerisikomanagement

Beim kommunalen Starkregenerisikomanagement betrachtet man seltene, außergewöhnliche und extreme (Oberflächen-) Abflussereignisse (siehe auch Kapitel 5).

Bei seltenen Abflussereignissen kann die Kanalisation noch einen gewissen Einfluss auf die Überflutungssituation an der Oberfläche haben und ggf. mengenmindernd bei der Überflutungsberechnung berücksichtigt werden. Bei au-

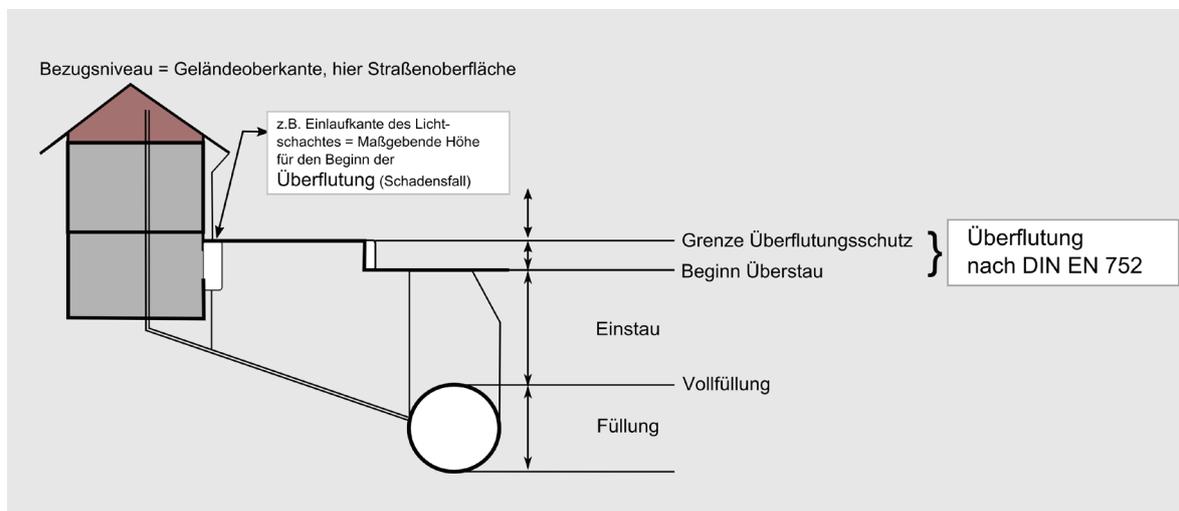


Abbildung 7: Begriffe/Definitionen beim Kommunalem Überflutungsschutz

Abgrenzung zum Überflutungsschutz im Kanalwesen

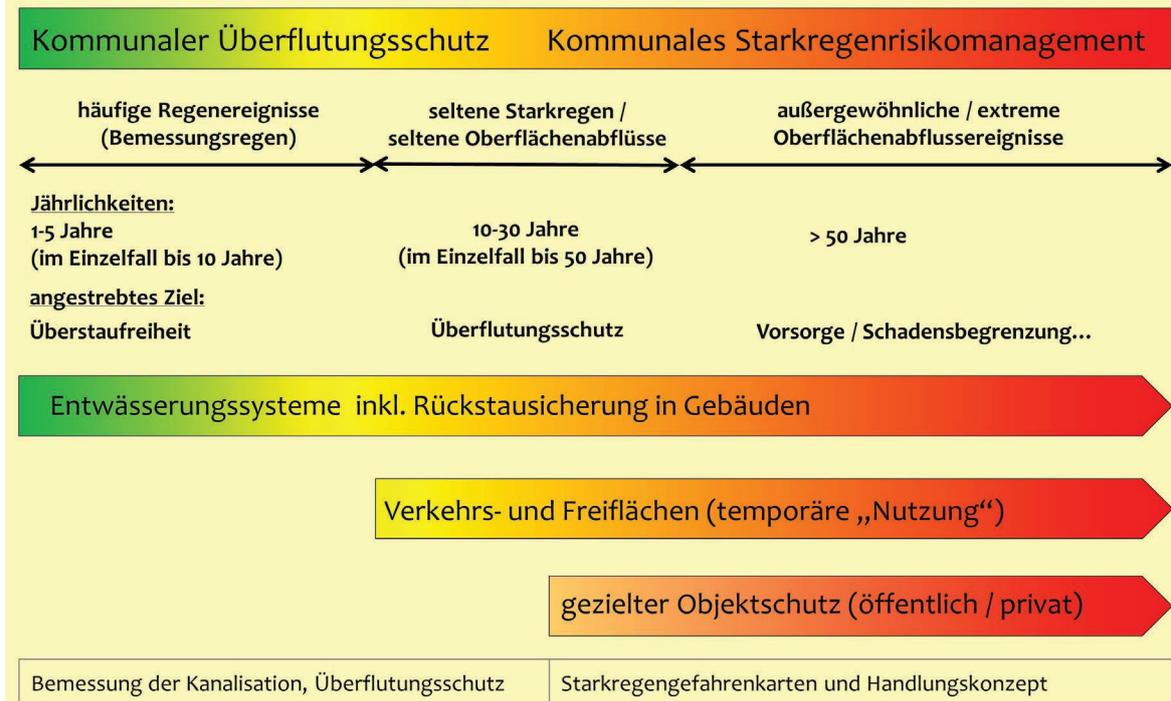


Abbildung 8: Abgrenzung kommunaler Überflutungsschutz–kommunales Starkregenrisikomanagement

bergewöhnlichen und extremen Ereignissen spielt der Kanalabfluss i. d. R. keine Rolle mehr. Das Kanalsystem hat seine Leistungsfähigkeit erreicht, zusätzliche Wassermengen können nicht mehr in die Kanalisation eintreten. Der Gebietsabfluss findet entsprechend überwiegend an der Oberfläche statt. Den Siedlungsgebieten zufließendes Außengebietswasser kann den Gesamtabfluss bei solchen Niederschlagsereignissen deutlich erhöhen.

Zur Ermittlung der Oberflächenabflüsse beim kommunalen Starkregenrisikomanagement werden als untere Grenze (für seltene Abflussereignisse) Niederschlagsereignisse mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren als Eingangsgröße angesetzt. Die Ergebnisse aus der Oberflächenabflussberechnung (ggf. mit einem Abschlag für eine teilweise Berücksichtigung der Abflusskapazität des Kanalsystems) geben auch Hinweise auf Fließwege und Überflutungen für seltene Ereignisse im Bereich des kommunalen Überflutungsschutzes.

Fazit

- Die Kernaufgabe des kommunalen Überflutungsschutzes liegt in der Bewältigung von häufigen bis seltenen Niederschlagsereignissen im Bereich der Wiederkehrzeiten von 1 bis 5 (10) bzw. 10 bis 30 (50) Jahren. Grundlagenermittlung und eventuell notwendige Maßnahmen sind vom Abwasserbeseitigungspflichtigen durchzuführen. Anfallendes Außengebietswasser, das in der Kanalisation bei häufigen und seltenen Niederschlagswasserereignissen abfließt, ist ebenfalls Abwasser und als solches entsprechend mit zu berücksichtigen.
- Das kommunale Starkregenrisikomanagement betrachtet seltene, außergewöhnliche und extreme Abflussereignisse, die durch Starkregen verursacht werden und an der Geländeoberfläche abfließen. Die Wiederkehrzeiten der auslösenden Niederschlagsereignisse liegen dabei über den betrachteten Jährlichkeiten des kommunalen Überflutungsschutzes.

4 Abgrenzung zur Überflutung aus Gewässern

In größeren Flusseinzugsgebieten entstehen Hochwasserschäden meist durch Ausuferungen von Oberflächengewässern (Abbildung 9). Diese Ereignisse werden vor allem im Zuge der Umsetzung der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) betrachtet. Die Überflutung breitet sich dabei ausgehend vom Gewässerlauf in die angrenzenden Bereiche aus.

Überflutungen durch Starkregen finden dagegen insbesondere auf der Geländeoberfläche, in Gräben und Mulden und in sehr kleinen Gewässern statt. Der Abfluss erfolgt oberflächlich und dem Gefälle folgend zu den Gewässern hin (Abbildung 10). Ein Oberflächenabfluss kann außerdem nach dem Eintritt ins Gewässer bei den Unterliegern zu einer Ausuferung des Gewässers beitragen und ein Hochwasser erzeugen bzw. die Hochwasserentwicklung verstärken. Insbesondere bei kleineren Gewässern ergeben sich Überflutungen oftmals aus einer Kombination von Abflüssen auf der Geländeoberfläche und in den Fließgewässern, verbunden mit Geschiebe- und Gerölltransport.

Die methodischen Ansätze der Untersuchungen für Überflutungen infolge Starkregenereignissen bzw. hochwasserführender oberirdischer Gewässer unterscheiden sich

auch in der Größe der zu untersuchenden Gebiete. Die Methodik der Gefährdungsanalyse des Starkregenrisikomanagements kann für die Untersuchung von Überflutungen infolge Starkregenereignissen für sehr kleine Gebiete bis maximal 5 km² für einzelne hydrologische Einheiten angewendet werden. Größere Gebiete, die sich aus mehreren hydrologischen Einheiten zusammensetzen, müssen dann jeweils in hydrologische Einheiten bis 5 km² aufgeteilt und entsprechend getrennt untersucht werden. Überflutungen durch oberirdische Gewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² werden durch die Hochwassergefahrenkarten abgebildet. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal beider methodischer Ansätze liegt in der statistischen Beschreibung der Untersuchungsergebnisse. Während in den Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsbereiche für Hochabflüsse definierter Jährlichkeiten abgebildet sind, können den Ergebnissen aus den Simulationen für die Oberflächenabflussszenarien keine Jährlichkeit oder Wiederkehrzeit zugeordnet werden. Mit den Simulationsergebnissen für die Oberflächenabflussszenarien können daher ohne weitergehende ingenieurmäßige hydrologische Berechnungen keine Bauwerke von Hochwasserschutzanlagen bemessen werden.



Abbildung 9: Hochwasser in Backnang 2011 durch Ausuferung der Murr (Polizeipräsidium Aalen)



Abbildung 10: Starkregeneignis in Denkendorf (anonym)

Um die Trennung zwischen den Ursachen Starkregen und hochwasserführende Fließgewässer klar aufzuzeigen, werden im Folgenden die wichtigsten Aspekte und Unterschiede von Hochwassergefahrenkarten und Starkregengefahrenkarten beschrieben und dargestellt.

4.1 Hochwassergefahrenkarten (HWGK)

Die Hochwassergefahrenkarte basiert auf statistischen, hydrologischen Abflusskennwerten, die speziell für ein Gewässer ermittelt werden. In der Regel werden die regionalisierten Abflusskennwerte Baden-Württembergs dafür verwendet. Durch eine hydraulische Modellierung und unter Verwendung von geografischen Informationssystemen kann die Ausuferung und die Überflutung für ausgewählte Jährlichkeiten für ein Gewässer bestimmt und dargestellt werden.

In Baden-Württemberg werden die Hochwassergefahrenkarten für folgende Szenarien erstellt:

- HQ_{10} – ein Hochwasser, welches statistisch einmal in 10 Jahren auftritt
- HQ_{50} – ein Hochwasser, welches statistisch einmal in 50 Jahren auftritt
- HQ_{100} – ein Hochwasser, welches statistisch einmal in 100 Jahren auftritt
- HQ_{extrem} – ein extremes Hochwasser, welches statistisch nur sehr selten auftritt

Wichtige Eingangsgrößen für die hydraulischen Berechnungen sind die Vermessungsdaten der Gewässer selbst sowie der Bauwerke in und am Gewässer. Weiterhin werden Bauwerke im überfluteten Bereich, Steuerdaten von Wehren und Hochwasserschutzanlagen sowie die Topographie des betroffenen Geländes berücksichtigt. Die Berechnungen für die Hochwassergefahrenkarten für verschiedene Jährlichkeiten sind in der Regel auf den Bereich in Gewässernähe begrenzt, wobei in flachem Gelände sehr weite Ausuferungen möglich sind (Abbildung 11).

Bereiche, die statistisch im Mittel einmal in 100 Jahren überflutet werden, sind per Gesetz als Überschwemmungsgebiete festgesetzt (§65 WG). Dort gelten gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) besondere Vorschriften für alle Nutzer dieser Flächen. Die Darstellung der Überflutungsbereiche für ein 100-jährliches Hochwasser (HQ_{100}) in den Hochwassergefahrenkarten hat eine deklaratorische Wirkung. Damit wird ein Überschwemmungsgebiet nach §65 WG mit den Rechtsfolgen des §78 WHG (v.a. Verbot der Ausweisung von Baugebieten und der Errichtung von baulichen Anlagen) dargestellt.

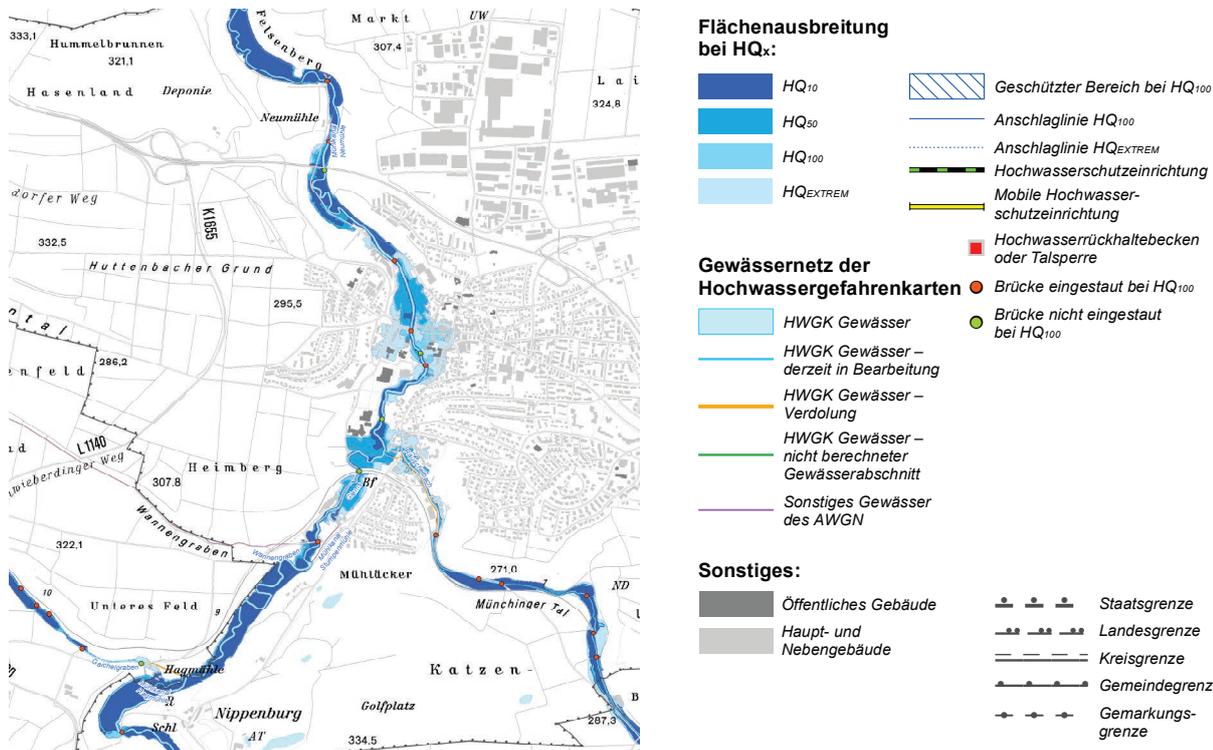


Abbildung 11: Beispiel einer Hochwassergefahrenkarte (Kartenausschnitt und Legende) für die Gemeinde Schwieberdingen

4.2 Starkregengefahrenkarten (SRGK)

In den Starkregengefahrenkarten werden Überflutungen in Folge von Starkregenereignissen im Gelände dargestellt, die unabhängig von Gewässern überall auftreten können. Starkregengefahrenkarten sind dementsprechend nicht auf Gebiete in Gewässernähe beschränkt (Beispiel siehe Abbildung 12). Die wesentliche, meteorologische Eingangsgröße für die Erstellung der Starkregengefahrenkarte ist der Niederschlag, kombiniert mit weiteren Indikatoren für bestimmte Oberflächen- und Bodeneigenschaften

(Befestigung, Bodentyp, Bodenart, Bodenvorfeuchte, Bodennutzung). Aufgrund der Komplexität der statistischen Beschreibung von Starkniederschlägen kurzer Dauerstufen und der multiplen Beschreibung der Oberflächen- und Bodeneigenschaften wurden bestimmte Annahmen getroffen. Für diese Annahmen wurde mit Hilfe des bodenhydrologischen Modells RoGeR jeweils die Abflussbildung auf der Geländeoberfläche je Flächeneinheit (m²) berechnet. Das Ergebnis der bodenhydrologischen Berechnungen für Starkregenereignisse sind Oberflächenab-

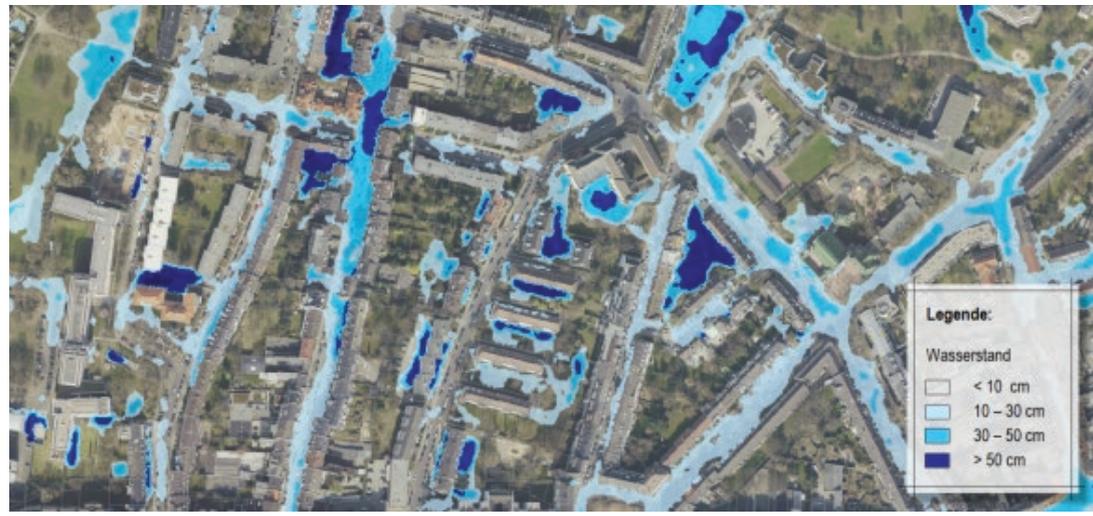


Abbildung 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte für ein städtisches Gebiet (geomer GmbH)

Starkregengefahrenkarten

Die hydrologische Basis für die Berechnung der Starkregengefahrenkarten bilden die Oberflächenabflusskennwerte, welche mit Hilfe des bodenhydrologischen Modells RoGeR aus Niederschlag, Bodenfeuchte, Bodeneigenschaften und Landnutzung für die gesamte Landesfläche von Baden-Württemberg für die drei Abflusszenarien „selten“, „außergewöhnlich“ und „extrem“ berechnet worden sind. Auf der Starkregengefahrenkarte sind die Überflutungen auf der Geländeoberfläche und damit auch die Fließwege des abfließenden Wassers bei einem Starkregenereignis auf der Oberfläche über die Geländesenken und Rinnen zum Gewässer erkennbar.



Hochwassergefahrenkarten

Hydrologische Grundlage für die Berechnung der Hochwassergefahrenkarten sind die Hochwasserkennwerte für unterschiedliche Jährlichkeiten. Auf den Hochwassergefahrenkarten sind die Überflutungen erkennbar, wenn die Abflusskapazität des Gewässers überschritten wird und die Wassermassen aus dem Gewässerbett über die Ufer in das angrenzende Gelände ausströmen.

Abbildung 13: Abgrenzung der Gefährdungslage durch Überflutungen; links Überflutungen infolge von Starkregen und rechts durch Ausuferung von Gewässern

flusswerte je Flächeneinheit, die in der Kombination der Eingangsdaten aus Niederschlags- und Bodenparametern nicht mehr direkt einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit bzw. Jährlichkeit zugewiesen werden können. Die Starkregengefahrenkarten für Baden-Württemberg werden deshalb für drei Szenarien – ein seltenes, ein außergewöhnliches und ein extremes Oberflächenabflussereignis – mit Hilfe zweidimensionaler hydrodynamischer Simulationen mit den jeweiligen Oberflächenabflusskennwerten als hydrologische Eingangsgrößen ermittelt.

Die Starkregengefahrenkarten zeigen das Ergebnis der hydraulischen Berechnungen für jedes dieser Szenarien, wobei jeweils die Ausdehnung der Überflutung, die Überflutungstiefe und die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten dargestellt werden, sodass die bevorzugten Abflusswege erkennbar werden. Starkregengefahrenkarten haben keine unmittelbaren, rechtlichen Konsequenzen. Die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten resultiert daraus nicht (siehe Kapitel 9).

Fazit:

- Hochwassergefahrenkarten und Starkregengefahrenkarten beruhen auf unterschiedlichen Ermittlungsansätzen.
- Hochwassergefahrenkarten zeigen die Ausuferung von oberirdischen Gewässern für HQ_{10} , HQ_{50} , HQ_{100} und HQ_{EXTREM} auf.
- Starkregengefahrenkarten stellen die Gefahren durch Überflutung infolge starker Abflussbildung auf der Geländeoberfläche nach Starkregen dar. Sie zeigen die Fließwege des Oberflächenabflusses zum oberirdischen Gewässer auf.
- Bedingt durch die Kombination von verschiedenen abflussbestimmenden Faktoren können bei Starkregengefahrenkarten keine den Hochwassergefahrenkarten vergleichbaren Jährlichkeiten für die verschiedenen Szenarien (selten, außergewöhnlich, extrem) angegeben werden.

5 Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen

Generell können die durch Starkregen gefährdeten Bereiche mit verschiedenen Verfahren identifiziert werden, die sich jeweils hinsichtlich der benötigten Datengrundlagen, der eingesetzten Software, der Aussagekraft der Ergebnisse sowie des erforderlichen Bearbeitungsaufwandes unterscheiden. Im Wesentlichen sind folgende Vorgehensweisen zu nennen (siehe Tabelle 2):

- die vereinfachte Gefährdungsabschätzung ohne besonderen Softwareeinsatz
- die topografische Gefährdungsanalyse mit Hilfe geografischer Informationssysteme (GIS)
- die hydraulische Analyse durch Überflutungssimulation

Die vereinfachte Gefährdungsabschätzung wird meist im Nachgang zu einem Ereignis durchgeführt. Sie besteht aus der Kartierung bisheriger Schäden und der Identifikation weiterer Gefährdungsbereiche basierend auf dem lokalen Wissen. Die Genauigkeit und die Aussagekraft dieser Methode sind begrenzt. Sie kann nur als erste Einschätzung und Einstieg in die modellgestützte Gefährdungsanalyse

angesehen werden. Es werden mit dieser Methode vor allem bekannte oder sehr offensichtliche Problembereiche dargestellt. Eine objektive Identifikation zukünftiger Überflutungsgefährdungen ist hingegen nur bedingt möglich. Hierfür müssen topografische Gefährdungsanalysen mit GIS oder hydraulische Gefährdungsanalysen durchgeführt werden.

Eine weitergehende, detailliertere Darstellung verschiedener Methoden der Gefährdungsanalyse findet man v.a. im Arbeitsbericht der DWA Arbeitsgruppe ES-2.6 (DWA 2013a) sowie in Pilotstudien zur Durchführung von Gefährdungsanalysen (FUCHS 2013).

Die hydraulische Gefährdungsanalyse (mit zweidimensionalen, hydraulischen, instationären Berechnungsansätzen) ermöglicht eine detaillierte Darstellung der Strömungsverhältnisse, der Geschwindigkeiten, der Wasserspiegellagen und der Überflutungstiefen infolge eines Starkregens. Es gibt dabei verschiedene kommerzielle Softwareprodukte, von denen einige mit vereinfachten hydraulischen Be-

Tabelle 2: Vergleich topografischer und hydraulischer Gefährdungsanalysen

	Topografische Gefährdungsanalyse mit GIS	2D - instationäre hydraulische Gefährdungsanalyse
Datengrundlage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bestandsunterlagen ■ Topografische Daten, Geländemodell 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bestandsunterlagen ■ Topografische Daten, Geländemodell ■ ggf. Siedlungsentwässerungssystem
Vorgehensweise	<ul style="list-style-type: none"> ■ GIS-gestützte Analyse der Geländetopografie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zweidimensionale hydraulische Simulation der Abflusswege und Überflutungsbereiche
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abflusswege und Überflutungsbereiche in Geländesenken ■ vereinfachte Gefahrenkarte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abflusswege, Überflutungsbereiche mit Fließtiefen und Fließgeschwindigkeiten der Oberflächenabflüsse ■ detaillierte Gefahrenkarte
Vorteil	<ul style="list-style-type: none"> ■ erfordert weniger Spezialwissen als hydraulische Gefährdungsanalyse ■ Ermittlung des Volumens von Geländesenken 	<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Berücksichtigung der Geländestruktur ■ detaillierte zeitliche und räumliche Entwicklung des Oberflächenabflusses darstellbar ■ Fließgeschwindigkeiten können dargestellt werden ■ flexible Modellgestaltung ■ Variantenstudien mit Berücksichtigung unterschiedlicher Starkregenszenarien ■ Wirksamkeitsnachweise baulicher Maßnahmen möglich ■ Ergebnisse an beliebigen Punkten extrahierbar ■ mögliche Berücksichtigung von Kanalnetzabfluss und Gewässerabfluss
Nachteil	<ul style="list-style-type: none"> ■ nur grobe zeitliche Entwicklung des Oberflächenabflusses ■ keine Aussage zu Fließgeschwindigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mehraufwand

rechnungsansätzen, andere wiederum mit vollständigen Flachwassergleichungen arbeiten. Entsprechend sind Aussagekraft und Genauigkeit der Simulationsprogramme unterschiedlich.

Bedingt durch die stetige Weiterentwicklung von Rechnerleistungen und Speicherkapazitäten liegen die Unterschiede zwischen einer topografischen Gefährdungsanalyse mit GIS-Werkzeugen und einer zweidimensionalen, hydraulischen Gefährdungsanalyse (bzgl. Zeitaufwand und damit Kosten) in einem vertretbaren Rahmen. Durch die klaren Vorteile bei der realitätsnahen Beschreibung der Abflussprozesse und die vertretbaren Aufwands- und Kostenunterschiede stellt die zweidimensionale hydraulische Modellierung die prioritär zu wählende Methode dar.

Zur Berechnung und Analyse der Überflutungssituation muss ein geeignetes Modellsystem von Starkregenstatistik, bodenhydrologischem Modell, Geländemodell und hydraulischem Modell erstellt werden. Die dafür notwendigen Schritte umfassen die Bestimmung des Oberflächenabflusses (in Abhängigkeit von Niederschlag, Bodeneigenschaften und Versiegelungsgrad) sowie die Generierung eines Fließwegenetzes, basierend auf einem digitalen Geländemodell und der Aufnahme lokaler, abflussbestimmender Objekte und Strukturen. In den letzten Jahren hat sich in Baden-Württemberg in Bezug auf die Erstellung dieser Modellsysteme eine verbesserte, flächendeckende Datenlage ergeben. Zur Analyse der Überflutungsgefährdung wird im Rahmen des Leitfadens das Verfahren der zweidimensionalen, instationären, hydraulischen Berechnung mit definierten Oberflächenabflusswerten als Methode vorgegeben.

5.1 Eingangsgrößen

Für die Abflussbildung bei Starkregenereignissen spielen in erster Linie sommerliche, konvektive Starkniederschläge eine Rolle, die 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 Verteilung, Höhe und Dauer des Niederschlags ausschlaggebende Faktoren, wobei auch der zeitliche Verlauf der Niederschlagsintensitäten wichtig ist.

Für das Auftreten von Oberflächenabfluss ist zudem das Zusammenwirken weiterer Faktoren relevant: Die Infiltrationskapazität der Böden ist v.a. abhängig von Versiegelungsgrad, Landnutzung, Bodenart, Vorfeuchte, Jahreszeit und Makroporenausstattung. Je nach aktuell vorhandener Infiltrationsleistung des Bodens kann es bei gleicher Niederschlagsintensität zu sehr unterschiedlichen Oberflächenabflüssen kommen.

Die Eingangsdaten für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten sind damit zum einen der Oberflächenabfluss je Flächeneinheit, welcher sich aus den Niederschlags- und Bodeneigenschaften ergibt, und zum anderen die Topographie.

5.1.1 Oberflächenabflusswerte je Flächeneinheit

Die Oberflächenabflusswerte werden für ganz Baden-Württemberg von der LUBW mit einer Auflösung von 1x1 m zur Verfügung gestellt. Dieser Datensatz wurde zentral und landesweit nach einem einheitlichen Verfahren von der Universität Freiburg erstellt. In Anhang 3 des Leitfadens wird das verwendete Verfahren im Detail beschrieben. Es basiert auf einer statistischen Analyse von Starkregenereignissen sowie dem bodenhydrologischen Modell RoGeR¹.

Um den aus einem Starkregenereignis resultierenden Oberflächenabfluss bestimmen zu können, werden spezielle Kombinationen aus Niederschlag, Vorfeuchte, Bodeneigenschaften und Bodennutzung betrachtet. Als Starkregenereignisse werden hierfür die Niederschlagshöhen gewählt, die der Dauerstufe 1 Stunde entsprechen und die sich an den Auftretenswahrscheinlichkeiten von 30 und 100 Jahren sowie einem gewählten extremen Ereignis orientieren. Die Datengrundlage und Herleitung dieser räumlich differenzierten Niederschlagshöhen sind in Anhang 3 beschrieben.

¹ *RunOffGeneration Research Model des Hydrologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Modellbeschreibung siehe Anlage 3*

Aus diesen Annahmen ergeben sich die folgenden drei Szenarien:

- Ein **seltene**s Ereignis, welches durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1h) mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem **seltene**n Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Abflussszenario sind Anlagen der Stadtentwässerung i. d. R. überlastet und Überflutungen in der Fläche treten auf.
- Ein **außergewöhnliche**s Ereignis, welches durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1h) mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem **außergewöhnliche**n Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Abflussszenario können weite Bereiche überflutet werden.
- Ein **extremes** Ereignis, welches durch ein extremes Niederschlagsereignis (128 mm in 1 Stunde) generiert und anhand definierter Bodenverhältnisse modifiziert wird und zu einem **extremes**n Oberflächenabflussereignis führt. Bei diesem Szenario treten großflächige Überflutungen auf.

Aufgrund der Kombination von unterschiedlichen Modellparametern kann den Ergebnissen aus der Simulation der Oberflächenabflussszenarien keine statistische Auftretenswahrscheinlichkeit oder Jährlichkeit zugeordnet werden. Die Berechnung von Abflussszenarien mit Hilfe der Oberflächenabflusskennwerte dürfen außerhalb des Anwendungsbereichs der Überflutungsanalyse bei Starkregen nicht ohne weitere ingenieurmäßige Berechnungen für Bemessungen wasserwirtschaftlicher Anlagen oder gutachterliche Tätigkeiten genutzt werden.

5.1.2 Topografie

Bei der Modellierung des im Starkregenfall auftretenden Oberflächenabflusses muss eine möglichst detaillierte Abbildung der Geländeoberfläche und der relevanten baulichen Strukturen des gesamten Untersuchungsgebiets vorgenommen werden, da auch kleine Strukturen wesentlich das Abflussverhalten und die Fließwege bestimmen können. In den Jahren 2001 bis 2004 wurde

vom LGL (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg) eine Laserscan-Befliegung für das gesamte Land durchgeführt. Die Auflösung beträgt ca. 0,8 Punkte/m². Die Informationen dieser Befliegung bilden die Grundlage für das hydraulisch modifizierte Geländemodell der Hochwassergefahrenkarten, einem unregelmäßigen Dreiecksnetz (engl. Triangulated Irregular Network, TIN) im ESRI-TERRAIN Format, im Folgenden als HydTERRAIN bezeichnet. Technische Erläuterungen zum HydTERRAIN sind im Anhang 1c „Definition der Datenformate“ enthalten. In dieses Geländemodell sind die für die Hochwassergefahrenkarten vermessenen Gewässer das Gewässerbett und die vermessenen Dämme integriert (Bruchkanten). Dieses Geländemodell ist generell zu nutzen und kann bei der LUBW angefordert werden. Auf dieses Geländemodell kann i. A. zugegriffen werden, wenn seitens der Kommune eine entsprechende Rahmenvereinbarung mit dem LGL (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg) besteht. Derzeit werden im Zusammenhang mit der Fortschreibung der Hochwassergefahrenkarten Befliegungen für einzelne Gebiete mit einer Auflösung von 8 Punkten/m² durchgeführt. Diese hohe Punktdichte wird eine erheblichen Genauigkeitssteigerung für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten führen.

Das landesweite HydTERRAIN muss lokal validiert und mit detaillierten Informationen über einzelne, den Oberflächenabfluss beeinflussende Bauwerke und Strukturen ergänzt werden. Je detaillierter die Geländestrukturen aufgenommen sind, desto realistischer können anschließend die Abflusswege des Wassers modelliert werden.

Bauwerke und Strukturen, die in das HydTERRAIN integriert werden sollten, können sein:

- Durchlässe
- Verdolungen
- Unterführungen
- ggf. Mauern und hohe, abflussrelevante Bordsteine
- Dämme und Wälle
- Gräben
- Bauwerke als Abflusshindernisse
- Profile von kleinen Gewässern

Dieses, um die lokalen, abflusswirksamen Bauwerke und Strukturen ergänzte Geländemodell ist die Basis für die Erstellung des Modellnetzes für die hydraulischen Modelle zur Analyse der Starkregengefahr.

5.2 Hydraulische Gefährdungsanalyse

Zweidimensionale, hydrodynamische, numerische Modelle (2D-HN-Modelle) ermöglichen die Erfassung und Darstellung eines bestehenden, oder eines im Fall von wild abfließendem Wasser entstehenden Gerinnesystems und der abflussrelevanten Strukturen. Sie können die Strömungsverhältnisse und die Überflutungsvorgänge in beliebig strukturierten Gebieten darstellen. Das Untersuchungsgebiet wird durch das HydTERRAIN abgebildet, was eine gute Anpassung an die topographischen und hydrodynamischen Gegebenheiten des jeweiligen Untersuchungsgebietes gewährleistet. Bei der Generierung des Modellnetzes ist darauf zu achten, dass die abflussrelevanten Strukturen in den kritischen Bereichen auf der kleinräumigen Skala im Modell für die Gefährdungsanalyse adäquat abgebildet werden. Dabei können auch die Wechselwirkungen zwischen Bauwerken der Siedlungsentwässerung und dem Oberflächenabfluss in die 2D-HN-Modellierung einbezogen werden.

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

2D-HN-Modelle erlauben die Simulation der zeitlichen Entwicklung der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten sowie die Überprüfung der Wirkung von baulichen Vorsorgemaßnahmen auf den zukünftigen potentiellen Verlauf von Überflutungen. Es können die Fließ-, Deich- und Wegeverläufe relativ einfach und vor allem genau erfasst werden, was für den zu modellierenden Abflussprozess eine entscheidende Rolle spielen kann und eine Einschätzung der Wirksamkeit von baulichen Maßnahmen erlaubt.

Eingangsdaten für die zweidimensionale instationäre hydraulische Modellierung sind:

- die Oberflächenabflusswerte im 1x1 m Raster für die drei Oberflächenabflussszenarien selten, außergewöhnlich und extrem
- die Topographie (HydTERRAIN)
- die Gebäudesituation (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem – ALKIS)
- die Landnutzung zur Bestimmung der Rauigkeitsbeiwerte (Digitales Landschaftsmodell – Basis DLM)
- gegebenenfalls Abschätzungen der Wirkung (z.B. als Quelle oder Senke) wichtiger Bauwerke der Stadtentwässerung (z.B. Hauptsammler der Kanalisation) für das seltene Ereignis.

Für die Szenarien eines außergewöhnlichen und eines extremen Abflussereignisses sollte neben der hydrologischen Annahme, dass ein verschlammter Boden vorliegt, im hydraulischen Modell angenommen werden, dass die Verdolungen verlegt sind, d.h. hydraulisch nicht wirksam (siehe auch Kapitel 6.2). Für die Szenarien eines seltenen und eines außergewöhnlichen Abflussereignisses kann die Annahme eines unverschlammten Bodens optional durchgeführt werden, sofern aufgrund örtlicher Erkenntnisse die Annahme von unverschlammten Verhältnissen schlüssig erscheint. Diese Annahme ist beispielsweise zu prüfen, wenn die Situation der Landnutzung eine geschützte Vegetationsdecke des Oberbodens aufweist und die Böden daher nicht verschlammten können. Im Regelfall sollen nur drei Szenarien gerechnet werden.

Im Rahmen der hydraulischen Berechnung werden für jedes der drei gewählten (Oberflächen-) Abflussszenarien mehrere Rechenläufe durchgeführt. In einem iterativen Prozess wird dabei das Modell durch Überprüfung und ggf. Korrektur der Topografie und der Abflusswege plausibilisiert und – falls möglich – an bekannte Fließzustände angenähert.

Beim Szenario eines seltenen Starkregenereignisses, welches oberhalb der Bemessungsgrenzen der Siedlungsentwässerung angesetzt ist, kann die Kanalisation, in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten, noch eine geringe Rolle spielen. Hier sollte die Wirkung der Kanalisation als Senke oder Quelle abgeschätzt oder pauschal

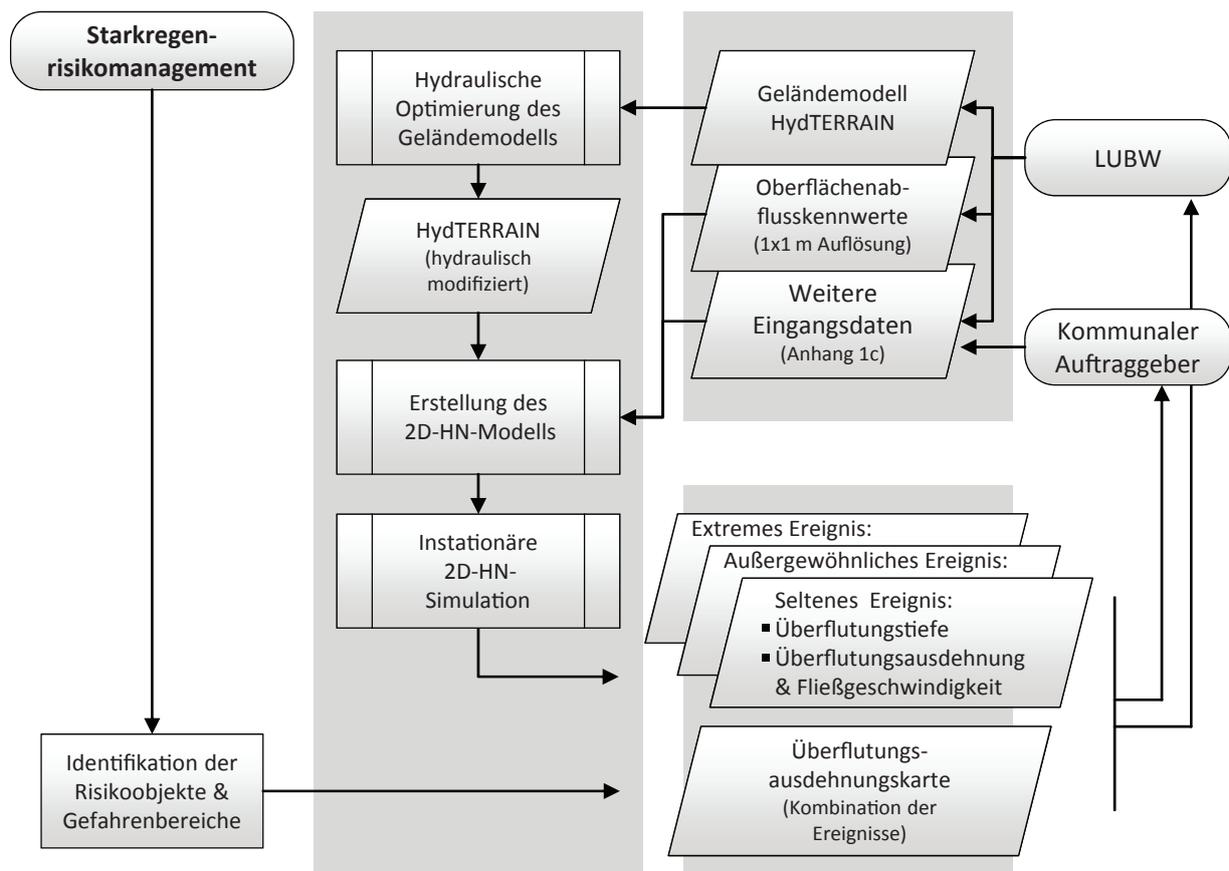


Abbildung 14: Ablaufschema zur Erstellung der Starkregengefahrenkarten

als prozentualer Abschlag näherungsweise berücksichtigt werden. Eine gekoppelte Simulation von Kanal- und Gewässernetz wird in der Regel nicht erwartet und ist nur mit erheblichem Mehraufwand durchführbar. Für die Szenarien eines außergewöhnlichen und eines extremen Starkregenereignisses sind die Abflussmengen i. d. R. so hoch, dass die Kanalisation keine Rolle spielt.

Das Modell berechnet instationär die Wasserspiegellage [m+NN] und die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit [m/s] an den Modellknoten für das Oberflächenabflussereignis. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung werden mithilfe von geografischen Informationssystemen mit der Geländeoberfläche verschnitten.

Anschließend wird jedes Szenario mit folgenden Parametern beschrieben:

- Überflutungsausdehnung
- Wasserspiegellage [m+NN]
- Überflutungstiefe [m]
- Fließgeschwindigkeit [m/s],
- sowie der zeitliche Ablauf des Ereignisses (nur für das außergewöhnliche und das extreme Szenario).

Nach den derzeit vorliegenden Erfahrungen muss zur hinreichend genauen Darstellung des zeitlichen Ablaufs eines Ereignisses die jeweilige Berechnung in mindestens 5 Minuten-Zeitschritten aufgelöst werden und dies für eine Stunde Niederschlagsdauer und eine Stunde Nachlauf. Einen schematischen Überblick zur Vorgehensweise bei der Erstellung der Starkregengefahrenkarten gibt Abbildung 14.

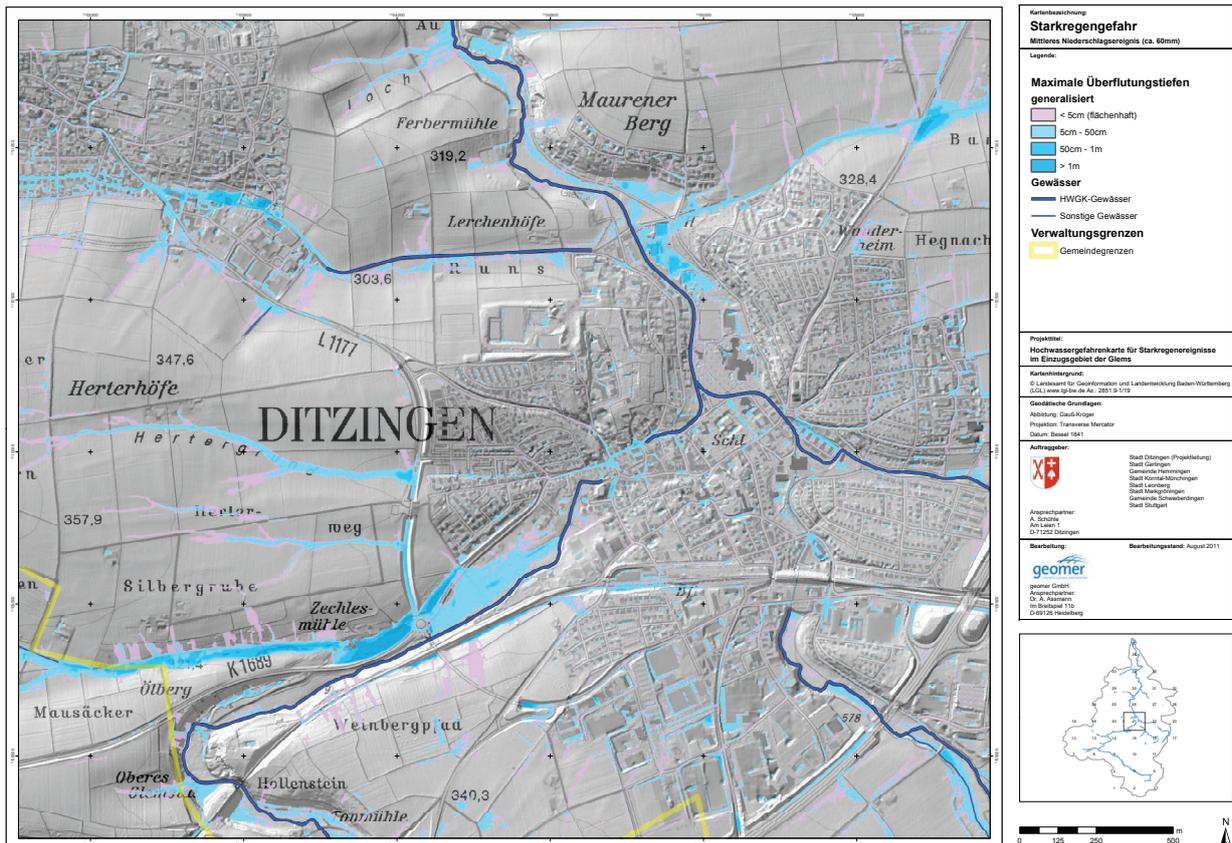


Abbildung 15: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte aus dem Einzugsgebiet der Glems (<http://www.starkregengefahr.de/glems/gefahrenkarten/starkregengefahrenkarten/>, Stadt Ditzingen)

Für die 2D-HN-Modellierung der Abflussverhältnisse auf der Geländeoberfläche infolge Starkregen werden derzeit verschiedene Softwareprodukte angeboten, die stetig weiterentwickelt werden. Zu diesen Produkten gibt es in der Regel detaillierte Beschreibungen bzgl. der verwendeten Verfahren und notwendigen Bearbeitungsschritte. An dieser Stelle sollen zu den verschiedenen Softwareprodukten keine konkreten Vorgaben gemacht werden. Vielmehr wird empfohlen, die aktuellen Entwicklungen in der Fachliteratur zu verfolgen.

5.3 Starkregengefahrenkarten

Starkregengefahrenkarten sind die Ergebnisse der zweidimensionalen instationären hydraulischen Modellierung. Sie zeigen die aus den verschiedenen Starkregenszenarien entstehenden flächigen Ausdehnungen und Tiefen der Überflutungen sowie die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für jedes der drei Szenarien auf (Abbildung 15). Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Darstellung der Maximalwerte über das Gesamt ereignis je Szenario. Zusätzlich soll eine weitere kombinierte Karte erstellt werden, die die maximale Überflutungsausdehnung für alle drei Szenarien in einer Darstellung zusammenfasst. Der zeitliche

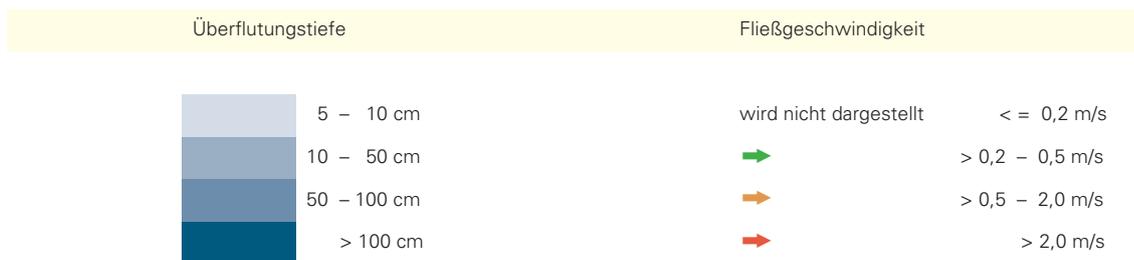


Abbildung 16: Musterlegende für die Darstellung der Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Starkregengefahrenkarten

Tabelle 3: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
5 – 10 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volllaufende Keller können das Öffnen von Kellertüren gegen den Wasserdruck verhindern ▪ Eingeschlossenen Personen droht das Ertrinken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überflutung und Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern ▪ Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. (Tief-)Garageneinfahrten ▪ Wassereintritt durch ebenerdige Türen mit möglicher Schädigung von Inventar
10 – 50 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ s.o. ▪ für (Klein-)Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wassereintritt auch durch höher gelegene Kellerfenster möglich
50 – 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ s.o. ▪ für (Klein-)Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen möglich
> 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahr für Leib und Leben bei statischem Versagen und Bruch von Wänden ▪ Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mögliches Versagen von Bauwerksteilen

Tabelle 4: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten

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

Verlauf der Überflutungszustände für das außergewöhnliche und extreme Szenario soll in diskreten Zeitschritten (mind. 5 min) für eine Stunde Niederschlagsdauer und eine Stunde Nachlauf als Animation dargestellt werden.

Die Starkregengefahrenkarten sind das Schlüsselement zur Darstellung der Gefährdung und zur Identifikation von Risiken. Sie bilden die Grundlage zur Verortung der zu treffenden Vorsorgemaßnahmen. Sie liefern ferner die Grundlage zur Erstellung der Alarm- und Einsatzpläne für den Fall eines Starkregenereignisses.

Ausdehnung der Überflutung

Die maximale Ausdehnung der Überflutung zeigt an, welche Objekte und Bereiche betroffen sind und somit in der Risikoanalyse zu betrachten sind. Mit Hilfe der diskreten Zeitschritte kann die Reihenfolge der von Überflutung betroffenen Objekte und Bereiche identifiziert werden, was wichtige Hinweise zur Priorisierung von Schutz- und Vorsorgemaßnahmen im Ereignisfall gibt.

Überflutungstiefe

Die Überflutungstiefen sind entscheidend für die möglichen Eintrittswege des Wassers in Gebäude. Überflutungstiefen bis 10 cm stellen bei nicht ebenerdigen Kellerfenstern oder erhöhten Lichtschächten meist keine Gefährdung dar. Bei Überflutungstiefen zwischen 10 und 50 cm kann das Wasser durch Bauwerksöffnungen in Gebäude eindringen. Allerdings sind bei diesen Überflutungstiefen die statischen Druckkräfte noch gering, so dass sie durch einfache Dichtungen gut abgehalten werden können. Bei Überflutungstiefen von 50 bis 100 cm steigt der statische Druck so an, dass die Dichtungen, vor allem bei nach innen zu öffnenden Türen, versagen. Bei Überflutungstiefen über 1 m kann das Wasser oft durch zusätzliche Öffnungen in Gebäude eindringen.

Die vierstufige Skala (Abbildung 16) mit steigenden Farbintensitäten ermöglicht die Unterscheidbarkeit der einzelnen Tiefen- bzw. Gefährdungsklassen. An Treppenabgängen und Tiefgarageneinfahrten können höhere Überflutungstiefen auftreten. Da sie sich unterhalb des für die Karten ausschlaggebenden Geländeniveaus befinden, sollten sie in den Karten gesondert gekennzeichnet werden.

Fließgeschwindigkeiten

Die Darstellung von Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung ist eine wichtige Information, da die Wirkung der dynamischen Strömungskräfte auf Gebäude und auch auf Menschen mit steigender Geschwindigkeit stark zunimmt. Bei Fließgeschwindigkeiten von 0 bis 0,2 m/s spielen die dynamischen Strömungskräfte kaum eine Rolle. Bei Geschwindigkeiten von 0,5 bis 2 m/s stellt das Durchqueren von Abflusswegen bereits eine große Gefahr für Leib und Leben dar. Bei Fließgeschwindigkeiten über 2 m/s können Gebäude durch Unterspülung oder Bruch von Wänden geschädigt werden. Weiterhin können Türen aufgedrückt werden und, bei entsprechenden Wasserhöhen, auch Fenster und Wände durch mitgeführtes Geschiebe eingedrückt werden (Tabelle 4).

Zur Darstellung der relevanten Fließgeschwindigkeit wird beispielhaft eine Einteilung in drei Klassen in Form von farbigen Pfeilen empfohlen (Abbildung 16). Ggf. können Aussagen für kritische Bereiche aggregiert und punktuell dargestellt werden.

Fazit:

- 2D-HN-Berechnungsmodelle haben deutliche Vorteile und werden im Rahmen des Leitfadens für die Gefährdungsanalyse vorgegeben.
- Für die Entstehung von Oberflächenabfluss ist die Kombination aus Niederschlags- und Bodeneigenschaften sowie den Vorfeuchtebedingungen entscheidend. Hierzu werden von der LUBW Oberflächenabflusswerte im 1 x 1 m Raster landesweit zur Verfügung gestellt.
- Je detaillierter das Geländemodell als Grundlage der zweidimensionalen, hydraulischen Modellierung ist, desto realistischer sind die Ergebnisse:
 - Als Eingangsgröße wird das HydTERRAIN zur Verfügung gestellt.
 - Lokale, abflussbestimmende Strukturen und Objekte müssen aufgenommen und in das HydTERRAIN integriert werden.
- Starkregengefahrenkarten werden für drei Szenarien bzw. Oberflächenabflussereignisse erstellt:
 - selten
 - außergewöhnlich
 - extrem.
- Starkregengefahrenkarten zeigen je Szenario die maximalen
 - Überflutungsausdehnungen
 - Überflutungstiefen und
 - die relevanten Fließgeschwindigkeiten.
- Eine zusätzliche Karte soll die jeweiligen maximalen Ausdehnungen der Überflutungen für alle drei Szenarien aufzeigen.
- Zusätzlich soll der zeitliche Verlauf als digitale Animation in mindestens 5 Minuten-Zeitschritten für eine Stunde Niederschlagsdauer und eine Stunde Nachlauf dargestellt werden.

6 Risikoanalyse

Das Überflutungsrisiko ergibt sich aus der Kombination der Überflutungsgefahr, dargestellt in den Starkregengefahrenkarten, mit dem Schadenspotenzial. Bei der Starkregenrisikoanalyse werden grundsätzlich zwei Anwendungsbereiche unterschieden: Zum einen die kommunale Risikoanalyse, die öffentliche Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen im Blick hat und zum anderen die private Risikoanalyse, die der Verantwortung der privaten oder gewerblichen Betreiber und Eigentümer obliegt.

Ziel der kommunalen Risikoanalyse ist es, Aussagen zum potenziellen Ausmaß von Gefahren für Leib und Leben sowie Schäden an öffentlichen Objekten und Infrastruktureinrichtungen zu treffen. Dies kann nicht durch ein standardisiertes Verfahren erfolgen, sondern muss auf Grundlage vorhandener Ortskenntnisse unter Einbezug aller wesentlichen Akteure in der Kommune geschehen.

Die kommunale Risikoanalyse umfasst grundsätzlich drei Schritte, die nacheinander zu bearbeiten sind:

1. Ermittlung der Überflutungsgefährdung – Analyse der Starkregengefahrenkarte und weiterer Gefahreninformationen wie Gefahr durch Geröll
2. Analyse des Schadenspotenzials – Identifizierung von kritischen öffentlichen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen
3. Ermittlung und (verbale) Bewertung des Überflutungsrisikos als Zusammentreffen von Gefährdung und Schadenspotenzial

Hierdurch soll eine Bewertungsgrundlage geschaffen werden, mit deren Hilfe die besonders risikobehafteten Areale im Gemeindegebiet identifiziert und der Handlungsbedarf entsprechend eingegrenzt werden kann. Es kann darin eine Einschätzung erfolgen, in welchen Siedlungsbereichen das bestehende Überflutungsrisiko hingenommen wird bzw. werden muss.

Wurde auf Basis der Hochwassergefahrenkarte noch keine kommunale Risikoanalyse durchgeführt, bietet sich an, eine gemeinsame Risikoanalyse für das Starkregen- und Hochwasserrisikomanagement zu erstellen. Sollte bereits eine Risikoanalyse auf Basis der HWGK vorliegen, ist diese zu überprüfen. Die HWGK werden von der LUBW ausgeliefert (siehe auch Anhang 1 c).

Die Ergebnisse der kommunalen Risikoanalyse bilden im Anschluss die Basis für die Ableitung und Definition von Maßnahmen im kommunalen Handlungskonzept. Bei der Analyse von potenziellen Gefahren für Leib und Leben sowie der Einschätzung von potenziellen Schäden an Objekten und Infrastruktur soll im hier beschriebenen Verfahren keine direkte monetäre Bewertung sondern nur eine qualitative Einschätzung erfolgen.

6.1 Analyse der Starkregengefahrenkarte

Wenn als Folge eines Starkregenereignisses Siedlungsbereiche überflutet werden, bestehen besondere Risiken für die menschliche Gesundheit sowie für private und öffentliche Gebäude und Infrastruktureinrichtungen. Als erster Schritt einer Risikoanalyse werden deshalb durch die Analyse der Starkregengefahrenkarten (für die drei Szenarien selten, außergewöhnlich, extrem) Bereiche im Gemeindegebiet identifiziert, die bei Starkregenereignissen überflutet werden können und durch hohe Überflutungstiefen, große Überflutungsausdehnung und/oder hohe Fließgeschwindigkeiten gekennzeichnet sind und wo ggf. die Gefahr durch Erosion bzw. Gerölltransport besteht.

Darüber hinaus sollten die folgenden Punkte beachtet werden:

- Auch der Eintritt geringer Wassermengen kann in Gebäuden hohe Sachschäden erzeugen, v.a. da das eintretende Wasser verunreinigt oder mit Sedimenten belastet sein kann. Daher sollten auch Gebiete, in denen die Analyse der Starkregengefahrenkarten nur geringe Überflutungstiefen ausweist, in der Bewertung des möglichen Schadenspotenzials nicht vernachlässigt werden.
- Auch die Überflutungsdauer kann vor allem in Siedlungsbereichen, in denen das Wasser nicht abfließen kann und entsprechend langanhaltend steht, eine Rolle spielen (z.B. Siedlungsbereiche in Tieflagen). Hinsichtlich notwendiger Rettungsmaßnahmen sind solche Siedlungsbereiche als gefährdeter einzustufen als Bereiche, die rasch trocken fallen und somit schnell wieder erreichbar sind.

6.2 Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche

Bei der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen müssen sowohl nicht-monetäre als auch monetäre Schäden berücksichtigt werden. 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 v.a. 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.

Im Rahmen der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen werden kritische Objekte und Infrastruktureinrichtungen in die Starkregengefahrenkarten eingezeichnet, für die bei Starkregeneignissen Gefahren für Leib und Leben bzw. erhebliche Schäden und Beeinträchtigungen erwartet werden (siehe Tabelle 5, Abbildung 17 sowie Anhang 1c). Basierend auf diesen Karten können anschließend ggf. weitere Karten für spezifische, kommunal wichtige Themenfelder (z.B. wichtige Verbindungswege) und besonders schutzwürdige Objekte und Bereiche (z.B. Ökosysteme, Land- und Forstwirtschaft, im Hinblick auf Erosion, Feststoff- und Gerölltransport usw.) erstellt werden.

Verursacht durch hohe Fließgeschwindigkeiten des abfließenden Wassers können nach Starkregeneignissen intensive Erosionsprozesse auftreten, die mit starkem Gerölltransport verbunden sind. In Karten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB, maps.lgrb-bw.de) sind diese Gefahren beschrieben. Eine ingenieurmäßige Bewertung der Gefahr durch Erosion und Gerölltransport sollte daher auf Basis der Informationen des LGRB erfolgen. Durch Geröll kann einerseits Gefahr für Leib und Leben entstehen und andererseits die Gefahr der Bauwerksverlegung und der Gewässerverlegung massiv ansteigen.

So können völlig neue Fließwege entstehen, welche zu beachten sind. Bei außergewöhnlichen und extremen Abflussereignissen sollte daher überprüft werden, ob mit der Verlegung von Bauwerken (z.B. Verdolungen, Brücken und Durchlässen) zu rechnen ist. Gegebenenfalls sind diese Bereiche in eine Karte einzutragen und die Gefahr verbal zu beschreiben, sodass diese in der Risikoanalyse für die Siedlungsbereiche beachtet und bewertet werden kann. Unter Umständen ist je nach Gefährdungssituation eine zusätzliche hydraulische Berechnung unter diesen Annahmen durchzuführen.

Abhängig von den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen und Informationsquellen (z.B. Bebauungsplan, Flächennutzungsplan, sonstige Karten, Luftbilder, ALKIS, ATKIS, sonstige vor Ort vorliegende Informationen etc.) kann die Ermittlung des Schadenspotenzials in zwei Schritten als flächenbezogene und ggf. detaillierte Analyse erfolgen. Bei der flächenbezogenen Auswertung werden die besonders schadensrelevanten bzw. schützenswerten öffentlichen Objekte und Bereiche identifiziert und lokalisiert (siehe Tabelle 5). In einer detaillierten Analyse können für einzelne Objekte oder Bereiche zusätzlich die individuellen, spezifischen Gegebenheiten, insbesondere die bauliche Gestaltung einzelner Gebäude, wie z.B. die Höhenlage von Eingängen, Zufahrten und Lichtschächten, sowie eine objektbezogene Abschätzung potenziell überflutungsbetroffener Werte betrachtet werden. Für einen Kindergarten ist es beispielsweise entscheidend, ob ein zweites Geschoss vorhanden ist, das als Zufluchtsraum genutzt werden kann, und ob weitere Zugangs- und Rettungswege bestehen. Für die detaillierte Analyse sind deshalb ggf. zusätzliche, lokale Vermessungen, Ortsbegehungen oder Befragungen notwendig. Angesichts des hohen Aufwands hierfür sollte sich die Anwendung hauptsächlich auf kleinräumige Betrachtungen bzw. besonders überflutungsgefährdete Bereiche beschränken, sofern die abschließende Einschätzung im Rahmen der Risikoanalyse aus nachvollziehbaren Gründen notwendig erscheint. Im Regelfall ist die detaillierte Analyse, sofern notwendig, als Arbeitsauftrag im Handlungskonzept zu formulieren.

Table 5: Liste kritischer Bereiche und Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden

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"> ▪ Tankstellen und Lager für wassergefährdende Stoffe ▪ Forschungseinrichtungen mit wasser- und gesundheitsgefährdeten Stoffen ▪ Kläranlagen ▪ Landwirtschaftliche Betriebe mit Chemikalienlagern und/oder Tierhaltung ▪ Produktionsanlagen ▪ Chemielager 	Hohes Schadenspotenzial durch Folgeschäden
Erosionsgefährdete Gebiete	Hoher Materialtransport
Verdolungen, Brückendurchlässe	Veränderte Überflutungsszenarien infolge Verklausungen
Freizeiteinrichtungen mit hohem Publikumsverkehr	Hohes Schadenspotenzial, Evakuierungszentrum
Justizvollzugsanstalt	Eingeschränkte Mobilität
Objekte der Energieversorgung	Wichtige Infrastruktur, Versorgungsrelevanz
Einrichtungen der Wasserversorgung	Wichtige Infrastruktur
Einrichtungen des Funk- und Fernmeldewesen	Wichtige Infrastruktur

6.3 Risikoermittlung und Risikobewertung

Um das Überflutungsrisiko eines ausgewählten Gebietes zu ermitteln und zu bewerten, wird die lokale Gefährdungssituation mit dem Schadenspotenzial kombiniert. Basierend auf den vorher identifizierten kritischen Objekten und Infrastruktureinrichtungen muss eine Priorisierung der Objekte erfolgen und entsprechende Handlungs-

schwerpunkte müssen ausgewiesen werden. Diese Priorisierung erfordert detaillierte Vor-Ort-Kenntnisse, weshalb keine standardisierte Bewertungsmethode vorgegeben werden kann. Die Bewertung sollte daher in jedem Fall nur unter intensiver Einbeziehung der jeweiligen lokalen Akteure erfolgen.

Folgende Leitfragen können eine Hilfe für die Risikobewertung darstellen:

- Wo ist das Überflutungsrisiko am höchsten (höchste Überflutungsgefahr u./o. höchstes Schadenspotenzial)? Wo bestehen Gefahren für Leib und Leben?
- Wo gibt es kritische Objekte (Kindergärten, Krankenhäuser etc.), die im Falle eines Starkregenereignisses 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 Schäden infolge Feststoff- und Gerölltransport 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?

Eine detaillierte Kategorisierung bzw. Priorisierung des Risikos (z.B. in gering, mittel, hoch) für bestimmte Überflutungstiefen wird im hier beschriebenen Verfahren ausdrücklich nicht vorgegeben. Das Risiko für die auf den Starkregengefahrenkarten eingezeichneten kritischen Objekte und Infrastruktureinrichtungen (Anhang 1 c) wird vielmehr im Sinne einer Ersteinschätzung beschrieben und entsprechend der lokalen Gegebenheiten priorisiert (z.B. Objekte mit hohem, mittlerem, niedrigem Risiko) und eine spätere detaillierte Prüfung im Bedarfsfall veranlasst. Hierzu können beispielsweise „Risiko Steckbriefe“ (Anhang 1 c) für die von Überflutungen besonders betroffenen Risikoobjekte und Bereiche erstellt werden, in denen die Risikoeinschätzung (z.B. hoch, mittel, gering) inkl. Begründung knapp zusammengefasst und bildlich dokumentiert werden kann. In den Steckbriefen sollen bereits Handlungserfordernisse und

ggf. erste Maßnahmenoptionen formuliert werden. Sie sollten Aussagen zu folgenden Aspekten enthalten:

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

Das Ergebnis ist eine Zusammenstellung der Einzelbeschreibungen von Objekten und Bereichen, die entsprechend der Priorisierung (hoch, mittel, gering) sortiert sind.

Beispiel 1 aus dem Bereich hoch:

„Das Krankenhaus XY liegt in einem Bereich der Gemeinde, in dem bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen eine Überflutung durch Oberflächenwasser mit Überflutungstiefen bis zu einem Meter auftreten kann. Aufgrund des hohen Schadenspotenzials, d.h. der hohen Zahl von Betroffenen (durchschnittlich ca. xyz Mitarbeiter und xyz Patienten) sowie der hohen Sachwerte vor Ort (z.B. medizinische Geräte) besteht hier ein hohes Risiko. Deshalb sollten die folgenden Maßnahmen in Betracht gezogen werden ...“

Beispiel 2 aus dem Bereich niedrig:

„Die Schule XY liegt in einem Bereich der Gemeinde, in dem bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen eine Überflutung durch Oberflächenwasser mit Überflutungstiefen bis zu 10 cm auftreten kann. Dies kann als unkritisch bezeichnet werden. Allerdings sollte auch hier im Detail geprüft werden, wie die Bausubstanz und der Gebäudezustand auf entsprechende Überflutungszustände reagieren würden. Eventuell müssen Kellerfenster oder Eingänge zusätzlich abgedichtet werden ...“

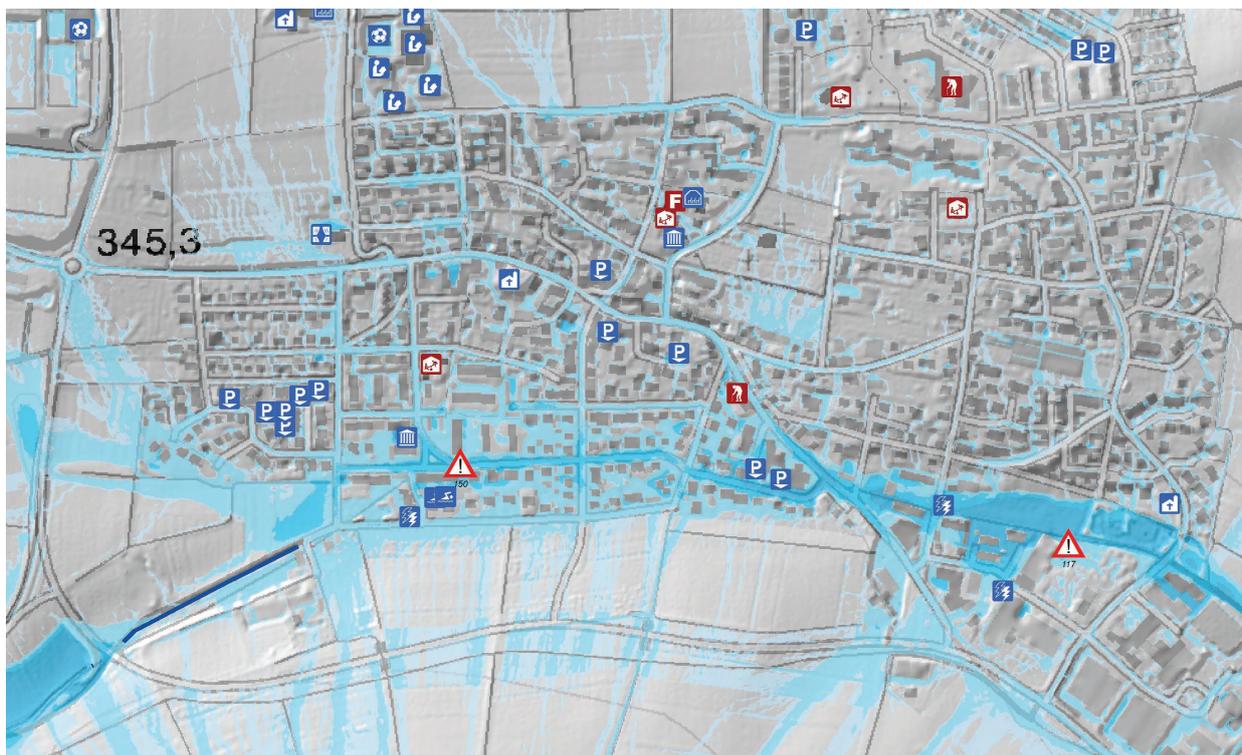


Abbildung 17: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte mit Darstellung besonderer Risikoobjekte (geomer GmbH).

Die Risikoanalyse liefert die planerischen Grundlagen, um anschließend in einem kommunalen Handlungskonzept organisatorische, technische und/oder bauliche Maßnahmen definieren und in ihrer Wirksamkeit überprüfen zu können.

Die Rolle der Kommunen im Prozess der Risikoanalyse umfasst vor allem zwei Bereiche:

- 1) Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben (Vorsorgepflicht gegenüber den Bürgern, Gefahrenabwehr): Überflutungsanalyse für das Gemeindegebiet, Information der Bevölkerung über Starkregengefährdung
- 2) Risikoanalyse für öffentliche Objekte, Bereiche und Infrastruktur

Für einen kleineren Teil der gefährdeten Objekte sind Kommunen in ihrer Funktion als Betreiber abschließend für die Bewertung sowie die darauf folgenden Maßnahmen zuständig.

Bei einem Großteil der Objekte in einer Kommune handelt es sich um private und gewerblich genutzte Objekte. Hier sind die Eigentümer oder Betreiber für die Bewertung und die folgenden Maßnahmen zuständig, d. h. jeder

Eigentümer bzw. Betreiber muss selbst entscheiden, welches Risiko besteht und eingegangen werden kann. Auch aus Datenschutzgründen kann eine Risikoanalyse für den privaten und gewerblichen Bereich von der Kommune nicht ohne weiteres durchgeführt werden. Die Starkregengefahrenkarten liefern jedoch die erforderlichen Grundlageninformationen, um die potenzielle Überflutungsgefährdung bei Starkregen einschätzen und entsprechende organisatorische sowie technische und nicht-technische Maßnahmen ableiten zu können.

Fazit:

- Die örtliche Überflutungsrisikoanalyse umfasst drei Schritte:
 - Analyse der Überflutungsgefährdung
 - Identifizierung von kritischen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen und Abschätzung möglicher Schadenspotentiale
 - Ermittlung und Bewertung des Überflutungsrisikos als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial.
- Liegt eine Risikoanalyse auf Basis der HWGK vor, ist diese zu überprüfen. Ansonsten wird eine gemeinsame Risikoanalyse (Starkregen und Fluss-Hochwasser) empfohlen.
- Die örtliche Überflutungsrisikoanalyse bildet die Grundlage für die anschließende Planung und Ausweisung von Maßnahmen im Handlungskonzept.
- Die Risikoanalyse für öffentliche Belange und öffentliche Infrastruktur liegt in der Verantwortung der Kommunen.
- Die grundstücksbezogene Risikoanalyse für gewerbliche und private Objekte liegt in der Verantwortung der Betreiber bzw. Eigentümer.
- Die Risikoanalyse umfasst eine verbale Risikobeschreibung für das Untersuchungsgebiet und bei Bedarf Steckbriefe für kritische Objekte.

7 Handlungskonzept

Die Starkregengefahrenkarten und die darauf basierende Risikoanalyse liefern die Grundlage zur Erstellung eines kommunalen Handlungskonzeptes zur Vermeidung oder Minderung von Schäden infolge von Starkregenereignissen. Dieser Prozess stellt eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe dar und muss von allen Betroffenen auch als solche verstanden werden. Die Maßnahmen im Handlungskonzept können, ähnlich wie bei der Vorgehensweise des Hochwasserrisikomanagements, in verschiedene Bereiche wie Flächen- und Bauvorsorge, natürlicher Wasserrückhalt, technische Schutzeinrichtungen, Krisenmanagement, Eigenvorsorge, Informationsvorsorge und Risikovorsorge unterteilt werden. Wichtige Fragestellungen aus den verschiedenen Vorsorgebereichen und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten werden auch im Rahmen des DWA-Hochwasser-Audits beschrieben (DWA Merkblatt M 551, Audit „Hochwasser – wie gut sind wir vorbereitet“, 2010). Wurde im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements noch kein Handlungskonzept erstellt, wird empfohlen, hier ein gemeinsames Konzept zu entwickeln.

7.1 Akteure bei der Erstellung des Handlungskonzeptes

Als kommunale Querschnittsaufgabe erfordert die Vorsorge gegenüber Überflutungen durch Starkregen einen intensiven Austausch zwischen allen beteiligten Akteuren (politische Entscheidungsträger, kommunale Fachämter, forst- und landwirtschaftliche Akteure, Fachplaner, Grundstückseigentümer, betroffene Bürger sowie die Rettungs- und Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes).

Eine enge Abstimmung ist zwischen den für die verschiedenen Handlungsfelder zuständigen kommunalen Fachämtern (Stadtplanungsamt, Straßenbauamt, Umweltamt, Stadtentwässerung, Ordnungsamt usw.) zwingend erforderlich, da die Vorsorgemaßnahmen mitunter in unmittelbarer Konkurrenzsituation zu anderen Belangen stehen können (z.B. Flächenverlust bei Neubaugebieten, Nutzungsansprüche an Straßen und Freiflächen, Verzicht auf Barrierefreiheit, optisch-gestalterische Einbußen usw.). Die Starkregenvorsorge sollte innerkommunal als wichti-

ges Planungskriterium verankert und bei größeren Kommunen in einem interdisziplinären Prozess von einer zentralen Stelle koordiniert werden.

7.2 Informationsvorsorge

Um eine entsprechende, nachhaltige Wirkung zu erzielen, müssen die Ergebnisse der Risikoanalyse im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements adäquat kommuniziert werden (siehe auch Krieger et al., 2015). Die Sensibilisierung der potenziell Betroffenen ist dabei einer der ersten und wichtigsten Schritte in der Starkregenvorsorge. Hierzu gehören öffentliche Institutionen, Bürger, Industrie- und Gewerbebetriebe sowie die Land- und Forstwirtschaft. Sie müssen über bestehende Gefahren und Risiken aus Starkregenereignissen informiert werden, um ihr Risiko gegenüber Überflutungen aus Starkregenereignissen selbst einschätzen und jeweils geeignete Vorsorgemaßnahmen ergreifen zu können.

Es gibt verschiedene Publikationen zu Schutz- und Vorsorgemaßnahmen vor Überflutungen. Allgemeine und frei zugängliche Quellen sind im Anhang 5 aufgeführt.

7.2.1 Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit

Geeignete Mittel zur Information der Bürger sind zunächst die Veröffentlichung der Starkregengefahrenkarten in verschiedenen Medien (z.B. im kommunalen Internetauftritt oder im lokalen Gemeindeanzeiger) sowie begleitende Informationsveranstaltungen. Neben der reinen Informationsweitergabe ist eine Anleitung zur Interpretation der Gefahrenlage für die Bürger notwendig. Nur mit Hilfe einer solchen Anleitung können Objekteigentümer die Gefahren von Starkregen erkennen und mögliche Risiken für ihr Eigentum und ihre Gesundheit ableiten. Diese Risikoerkennung liefert die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen auf privater Ebene.

7.2.2 Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe

In ähnlicher Art wie die privaten Betroffenen sollten auch die in der Kommune ansässigen Industrie- und Gewerbebetriebe sowie die Handels- und Handwerkskammern informiert werden. Hier ist es wichtig, die Betriebe in die Lage zu versetzen, ihre spezifischen Risikofaktoren einzuschätzen. Spezielle, zu berücksichtigende Faktoren können z.B. die Verwendung wassergefährdender Stoffe sein oder die Notwendigkeit, Belegschaftsgruppen im Ereignisfall evakuieren zu müssen. Gerade für Produktions- und Gewerbebetriebe ist ein zuverlässiger Überflutungsschutz und eine Vorsorge sehr wichtig, da neben den direkten Schäden vor allem die Kosten für Betriebsunterbrechungen und Produktionsausfälle schnell sehr hohe Summen erreichen und zur Existenzbedrohung der Betriebe werden können.

7.2.3 Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft

Eine weitere Gruppe von Akteuren, die über potenzielle Gefahren von Starkregen unterrichtet werden sollte, ist die ansässige Land- und Forstwirtschaft. Gerade dieser Gruppe der Landnutzer kommt eine wichtige Rolle bei der Verminderung von (Oberflächen-)Abflussbildung und Bodenerosion nach Starkregenereignissen zu.

Maßnahmen der Landwirtschaft zur Verringerung von Oberflächenabfluss und Erosion sind z.B. die Querbewirtschaftung von Hängen, das Anlegen von Ackerrandstreifen (Abbildung 18) oder eine angepasste Bodenbearbeitung (Billen et al., 2010). Die Landwirte müssen außerdem über sinnvolle Abstände bei der Lagerung von Stroh- und Silageballen an Abflusswegen informiert werden. Diese können bei oberflächlichem Starkregenabfluss mitgerissen werden und an Durchgangs- und Einlassbauwerken zu Verklausungen und weiter ansteigenden Schäden führen. Es ist entscheidend, die ansässigen Landwirte über ihre wichtige, vorbeugende Rolle zu informieren und ihr Bewusstsein für potenzielle Gefahren ihrer Anbau- und Handlungsweisen für Unterlieger zu schärfen.



Abbildung 18: Mit der Anlage eines Blühstreifens wird eine ganzjährige Begrünung erreicht. Dadurch wird die natürliche Wasseraufnahme der Böden verbessert und der Oberflächenabfluss verringert, © Foto: Siegfried Demuth

Ein weiterer Schadenspunkt bei Starkregenereignissen sind Verklausungen durch mitgeführte Holzteile aus Waldgebieten. Die Forstwirtschaft muss hier ebenfalls über ihre wichtige Rolle im Hinblick auf Risiken für Unterlieger informiert und für ein risikominderndes Verhalten sensibilisiert werden.

Im Rahmen des KliStaR-Projektes (Anpassung an den Klimawandel durch Stärkung des Wasser- und Boden-Rückhalts im Einzugsgebiet der Glems) werden von der LUBW Infoblätter zu 23 land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen veröffentlicht (LUBW 2016), die als zusätzliche Informationsquelle für das kommunale Starkregenrisikomanagement und die Zielgruppe der Land- und Forstwirtschaft herangezogen werden können (siehe auch Kapitel 8.7).

7.3 Kommunale Flächenvorsorge

Flächenvorsorge in Bezug auf Starkregengefahren hat ein großes Potenzial bei der Minimierung von Risiken. Die Kommunen können hierzu über die Bauleitplanung steuernd eingreifen und durch Freihaltung von Flächen oder durch Vorgaben für die detaillierte Planung und Gestal-



Abbildung 19: Kommunale Alarm- und Einsatzplanung im Glemseinzugsgebiet 2011 (Bild links geomer GmbH) und in Murrhardt 2009 (Bild rechts WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH)

tung von Nutzungen und Bauwerken in Gefahrenbereichen Risiken mindern. Für alle planerischen Aspekte sollten neben den Hochwassergefahrenkarten auch die in den Starkregengefahrenkarten identifizierten Überflutungsgebiete berücksichtigt werden.

7.3.1 Starkregengefahren im Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan enthält das städtebauliche und räumliche Entwicklungskonzept einer Kommune. Flächen mit besonderen Naturgefahren, die entsprechende bauliche Sicherungsmaßnahmen erfordern, sollten im Flächennutzungsplan gekennzeichnet werden (§ 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB). Hierzu zählen auch Flächen, die durch Überschwemmungen oder Wasserabfluss gefährdet sind. Diese Kennzeichnungspflicht bezieht neben Bauflächen auch andere Flächen wie z. B. Verkehrsflächen mit ein. Darüber hinaus besteht z. B. die Option, in einem separaten Beiplan Vorranggebiete der Starkregenvorsorge auszuweisen, die bei einem anschließenden Bebauungsplanverfahren entsprechend berücksichtigt werden sollen. Die Kennzeichnung im Flächennutzungsplan dient auch dem Hinweis an die Eigentümer und Nutzer auf die bestehende Gefährdung durch Starkregenüberflutungen.

7.3.2 Starkregengefahren im Bebauungsplan

Der Bebauungsplan enthält die rechtsverbindlichen Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung. Im Bebauungsplan sollten Flächen mit der Notwendigkeit baulicher Vorkehrungen gegen Naturgefahren gekennzeichnet werden (§ 9 Abs. 5 BauGB). Festsetzungsmöglichkeiten für den Starkregenschutz (§ 9 BauGB) können z. B. die Freihaltung von Flächen für Rückhalt und Versickerung von Niederschlagswasser oder die Festsetzung nicht überbaubarer Grundstücke sein. Dies betrifft insbesondere die Freihaltung der Hauptfließwege des Niederschlagswassers, wie sie in den Starkregengefahrenkarten aufgezeigt werden. Wichtige Bausteine können die Anpassung der Einfamilienhäuser und die Vorsorge für die Kellergeschosse sein.

Das aktuelle BauGB bietet damit hinreichende Möglichkeiten, der Überflutungsvorsorge und der städtebaulichen Anpassung an den Klimawandel gerecht zu werden. Für Bestandsgebiete sind die Handlungsoptionen hingegen stark eingeschränkt.

7.4 Krisenmanagement

Aufgabe des kommunalen Krisenmanagements ist es, die Voraussetzungen zu schaffen, dass staatliche Akteure (z. B. BOS – Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) und Privatpersonen (§ 5, Abs. 2 WHG) Schäden

vermeiden und nach entstandenen Schäden schnellstmöglich den Normalzustand wieder herstellen können. Zum Krisenmanagement gehören die Vorsorge, Vorbereitung, Bewältigung und Nachbereitung eines Ereignisses.

Bei Starkregenereignissen können sich kritische Überflutungszustände innerhalb weniger Minuten entwickeln. Um Schäden zu vermeiden, muss der kurze Zeitraum zwischen der ersten Warnung und dem tatsächlichen Eintreten einer kritischen Hochwassersituation optimal für Abwehrmaßnahmen genutzt werden. Dies bedarf einer guten Planung im Vorfeld, in der sowohl die erforderlichen Maßnahmen als auch die maßnahmenauslösenden Indikatoren (Wetterwarnungen, lokale Pegelstände oder Beobachtungen bzw. Ereignisse vor Ort) detailliert festzulegen sind. In Baden-Württemberg wurde in diesem Zusammenhang ein vierstufiges Hochwasseralarmstufenmodell entwickelt, das auch für kleine Einzugsgebiete mit geringen Vorwarnzeiten gut geeignet ist (siehe Anhang 2).

Bei der kommunalen Hochwasseralarm- und Einsatzplanung werden die Gefahrenlagen bei Hochwasser- und Starkregenereignissen betrachtet. Eine wichtige Grundlage sind die Starkregengefahrenkarten und die erfolgte Risikoanalyse. Grundsätzlich obliegt die Gefahrenabwehr bei Gefahrenlagen durch Starkregen den Kommunen (Ortspolizeibehörde) und damit auch die Federführung für den Planungs- und Abstimmungsprozess als Vorbereitung der kommunalen Hochwasseralarm- und Einsatzplanung. In diesen Planungsprozess sind die politischen Entscheidungsträger und möglichst alle relevanten Akteure, wie z.B. die kommunale Verwaltung, Polizei, Feuerwehr, Wasserwirtschaft oder Kläranlagenbetreiber einzubinden (Abbildung 19).

Um die Reaktionsgeschwindigkeit zu erhöhen, müssen Entscheidungsprozesse in die Vorbereitungsphase vorverlagert werden. Dies verlangt politische Entscheidungen sowie die Klärung und Festlegung von Zuständigkeiten und (freiwillige) Vereinbarungen mit den an der Ereignisbewältigung beteiligten Akteuren. Die Zusammenarbeit und Koordination mit benachbarten Kommunen und dem Landratsamt ist dabei von großem Nutzen, z.B. für den effizienten Einsatz vorhandener Ressourcen.

Die Hochwasseralarm- und Einsatzplanung für Starkregenereignisse erfolgt in mehreren Schritten:

I. Aufbauend auf der Risikoermittlung und Bewertung (siehe Kapitel 6) werden zunächst die kritischen Objekte (siehe Tab.5 in Kapitel 6.2) ermittelt, die sich in die folgenden zwei wesentlichen Bereiche aufteilen:

a) Kritische Infrastruktureinrichtungen

Dies sind Einrichtungen und Dienste, die nicht in ihrer Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden dürfen (z.B. Einrichtungen zur Strom- und Wasserversorgung oder das Feuerwehrhaus, unverzichtbare Zufahrtsstrecken für Einsatzkräfte).

b) Prioritär zu betrachtende Objekte

Dies sind Objekte, bei denen im Schadensfall eine große Zahl von Personen gefährdet sein kann, die sich nicht selbst in Sicherheit bringen können (z.B. in Kindergärten, Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen oder Einrichtungen für Menschen mit Behinderungen).

Neben dem kommunalen Krisenmanagement müssen objektspezifische bzw. individuelle Hochwasseralarm- und Einsatzpläne von den Betreibern kritischer Infrastruktur, von Wirtschaftsunternehmen, Kulturinstitutionen etc. entwickelt werden. Für ein wirksames Zusammenspiel im Ereignisfall ist eine gute Kommunikation zwischen der Kommune und den unterschiedlichen Akteuren und Institutionen im Gemeindegebiet zwingende Voraussetzung.

II. Bei konvektiven Starkregenereignissen ist es schwer vorhersagbar, wie stark ein bestimmter Ort getroffen wird. Eine größere Gewissheit bringen die örtliche Beobachtung von Wetterereignissen und -wirkungen kombiniert mit meteorologischer Kenntnis und langjähriger Erfahrung. Ortsspezifische Ereignisse, die zuverlässig auf eine baldige kritische Entwicklung hinweisen, können als Indikatoren festgelegt werden, z.B. dass Gewitter aus einer bestimmten Himmelsrichtung heranziehen oder an einem Berg „hängen bleiben“, dass bestimmte lokale Niederschlagsintensitäten überschritten werden, dass eine bestimmte Brücke im Oberlauf einstaut oder die Nachbarleitstelle ihr Personal verstärkt.

Um die Verantwortlichen vor Ort (Bürgermeister, Freiwillige Feuerwehr, THW) im Ernstfall konkret unterstützen zu können, sind örtliche Indikatoren zur verbesserten Einschätzung der Starkregengefahr zu erarbeiten.

Mögliche Indikatoren für kritische Oberflächenereignisse bei Starkregenereignissen sind:

- Wetterwarnungen, insbesondere des DWD (auch Regenradar) – Um die Wetterwarnungen konkret auf die örtliche Betroffenheit einordnen zu können, sind die den Oberflächenabflussszenarien selten, außergewöhnlich und extrem zu Grunde liegenden Eingangswerte des Niederschlags (mm/h) als Bewertungsgrundlage den Verantwortlichen vor Ort zu kommunizieren. Zudem soll zur verbesserten Einschätzung auf die Rolle der Bodenfeuchte (trocken, feucht, gesättigt) und der Vegetationsbedeckung hingewiesen werden.
- HW-Frühwarnungen für kleine Einzugsgebiete der Hochwasservorhersagezentrale (HVZ)
- Betriebszustand von Hochwasser-Schutzanlagen
- Definierte Stände lokaler Pegel
- Einstauungen/ Ausuferungen an definierten Stellen, z.B. Brücken
- Definierte Ereignisse, z. B.
 - Ereignisse auf typischen Zugbahnen von Gewitterzellen
 - Ereignisse im Bereich des Oberliegerts
 - markante Niederschlagsereignisse
 - markante (Hang-)Abflusssituationen

DWD-Hotline

Der Deutsche Wetterdienst bietet rund um die Uhr eine telefonische Beratung für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. Oft können die diensthabenden Meteorologen zusätzliche Informationen zu den Wetterwarnungen geben und bei der Interpretation der Warnungen für einzelne Kommunen behilflich sein. Diese Beratung ist kostenfrei. Die speziellen Rufnummern sind bei der zuständigen DWD-Niederlassung zu erfragen.

Innerhalb des Handlungskonzeptes sollen die beschriebenen Schritte I und II zur Hochwasseralarm- und Einsatzplanung für die Gefahrenlage Starkregenereignis erarbeitet werden.

Aufbauend auf den im Handlungskonzept erarbeiteten Grundlagen soll dann im Schritt III der Alarm- und Einsatzplan im Detail erarbeitet werden:

III. Auf Basis des Hochwasseralarmstufenmodells (Anhang 2) werden in erster Linie Maßnahmen für die kritischen Objekte und Infrastruktureinrichtungen geplant. Die Maßnahmen werden dann den Indikatoren zugeordnet. So können zumindest manche Schäden verhindert und schneller auf Notlagen reagiert werden. Als Ergebnis wird so im Alarm- und Einsatzplan, entsprechend dem Hochwasseralarmstufenmodell mit Hilfe einer Warnmatrix die Zuordnung der Maßnahmen zu den Indikatoren bzw. zu den Alarmstufen anschaulich dargestellt.

7.5 Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen

Im Rahmen des Starkregenrisikomanagements sollen v.a. die Bereiche definiert werden, in denen kommunale bauliche Vorsorge-, Schutz- und Unterhaltungsmaßnahmen gegen Überflutungen durch Starkregenereignisse notwendig sind (vgl. auch Kapitel 8). Damit werden v.a. die folgenden Ziele verfolgt (DWA, 2013b):

- Außengebietswasser vom Siedlungsgebiet fernhalten
- Freihaltung von bevorzugten Fließwegen des Oberflächenabflusses in der Siedlungsfläche
- Oberflächenwasser im Siedlungsgebiet in der Fläche (Außenbereich) zurückhalten
- Unvermeidbares Oberflächenwasser
 - gezielt zu schadensfreien oder schadensarmen Freiflächen ableiten
 - geordnet und schadensarm im Straßenraum ableiten oder zwischenspeichern
 - geordnet und schadensarm in Gewässer und Entwässerungsgräben ableiten
- Risikobereiche mit Gefahr für Menschenleben und Objekte der kritischen Infrastruktur besonders schützen

Im Handlungskonzept sollen die baulichen Maßnahmen aufgezeigt werden, die dann im Nachgang in einem zweiten Schritt im Detail geplant und aufeinander abgestimmt werden müssen. Mögliche Zielkonflikte zwischen Maßnahmen der Starkregenrisikovorsorge und anderen kommunalen Themenfeldern (z.B. Straßenplanung, Stadtplanung, Entwässerung, etc.) müssen dabei adressiert und in den Detailplänen berücksichtigt werden. So können z.B. erhöhte Bordsteine das Einstauvolumen auf der Straße erhöhen, stellen aber gleichzeitig ein Mobilitätshindernis z.B. für Gehbehinderte dar. In solchen Fällen müssen die verschiedenen Aspekte mit den jeweiligen Akteuren gegeneinander abgewogen und möglichst einvernehmliche Entscheidungen getroffen werden.

7.6 Konzeption lokaler Pegelmessstellen und Niederschlagsinformationen

Das Pegel- und Niederschlagsmessnetz des Landes Baden-Württemberg ist im Wesentlichen auf größere Einzugsgebiete ausgelegt. Aus diesem Grund fehlen in vielen Fällen bei Starkregen- bzw. Hochwasserereignissen Informatio-

nen über den Hochwasserverlauf an kleineren und teilweise mittelgroßen Gewässern sowie detaillierte Niederschlagsinformationen (Intensität und Spitzenwerte) in der Fläche. Schon die Einrichtung eines Pegels mit kontinuierlicher Wasserstandsregistrierung und Datenfernübertragung kann jedoch erheblich zur Verbesserung der lokalen Informationslage bzgl. Wasserstand und Abfluss an kleinen Gewässern und Grabensystemen beitragen.

Auf Basis der Starkregengefahrenkarten (in Verbindung mit eventuell vorliegenden Hochwassergefahrenkarten) kann eine Konzeption erstellt werden, die aufzeigt, an welchen Stellen die Einrichtung von zusätzlichen lokalen Wasserstandspegeln bzw. Niederschlagsmessstationen sinnvoll ist. Dabei sollten Einzugsgebiete mit unterschiedlichen Charakteristiken im Niederschlags- und Abflussverhalten einer Kommune getrennt betrachtet werden können.

Bei den Niederschlagsinformationen können neben automatischen Niederschlagsmessgeräten mit der Möglichkeit zur Datenfernübertragung auch Regenschreiber auf Radarbasis eingesetzt werden. Diese sind eine sehr kostengünstige Alternative, mit denen teilweise Vorhersagen angegeben werden können. Da diese Systeme in der Entwicklung sind, ist es sinnvoll, zur Auftragsvergabe die jeweils verfügbaren Systeme zu vergleichen. Beispielsweise werden zukünftig auch „Gebietsregenschreiber auf Radarbasis“ angeboten, die für Einzugsgebiete u.a. den mittleren Gebietsniederschlag als Diagramm angeben können.

Die Informationen über den Hochwasserverlauf sind nicht nur für die Kommune wichtig, in der die Messstellen liegen, sondern sie sind auch für Unterlieger an Gewässern bzw. benachbarte Kommunen von großem Nutzen. Daher sollten Messnetzkonzeptionen – wenn immer möglich – einzugsgebietsweise erstellt werden. Hierbei kann dann auch der interkommunale Informationsbedarf definiert und geklärt werden.

Für den schnellen und rationellen Austausch der Messwerte bietet sich FLIWAS² als Plattform an. Hierdurch ist für die Kommune keine weitere Datenzentrale erforderlich.

² FLIWAS - Flut-Informations- und Warnsystem, webbasiertes Hochwassermanagementsystem für Baden-Württemberg

derlich. Es muss nur das Pegelmessnetz und das Niederschlagsmessnetz in Abstimmung mit FLIWAS eingerichtet werden.

Die Konzeption sollte folgende Informationen umfassen:

- Pegelstandort
 - Größe des Einzugsgebiets
 - Darstellung des Einzugsgebiets
 - Angabe von Fließzeiten, soweit möglich
- Niederschlagsmessstellenstandort
 - Darstellung des Einzugsgebietes, für das die Station repräsentativ ist
 - Bewertung, ob auch ein „Regenschreiber auf Radarbasis“ sinnvoll ist
- Einzugsgebiete für „Gebietsregenschreiber auf Radarbasis“

Fazit:

- Ein Handlungskonzept im Rahmen des Starkregenrisikomanagements umfasst die Bausteine
 - Informationsvorsorge
 - Kommunale Flächenvorsorge
 - Krisenmanagement sowie die
 - Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen
- Optional kann ein Konzept zur Einrichtung zusätzlicher Abflusspegel und Niederschlagsmessstationen erstellt werden.
- Das Handlungskonzept muss
 - zentral von der Kommune in Planung und Umsetzung gesteuert werden
 - alle relevanten kommunalen Akteure ansprechen und vernetzen
 - die Ergebnisse der Risikoanalyse auf Basis der HWGK berücksichtigen
 - die privaten und gewerblichen Akteure – vor allem durch Informationsvorsorge – in die Lage versetzen, ihr individuelles Risiko einschätzen und geeignete Maßnahmen auf Grundlage des Handlungskonzeptes ableiten zu können
- Zielkonflikte zwischen Starkregenrisikovor- sorge und anderen kommunalen Themenfeldern (z.B. Straßenplanung, Stadtplanung, Barrierefreiheit, Entwässerung etc.) müssen aufgezeigt werden

8 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Starkregenrisikomanagement

Die Vorsorge gegen Schäden bei Starkregenereignissen besteht aus einer Vielzahl von Maßnahmen, die vor allem darauf ausgerichtet sind, Niederschlagswasser von Siedlungsgebieten fernzuhalten, in der Fläche zurückzuhalten oder möglichst schadlos abzuleiten. Die folgenden Ausführungen geben nur einen kurzen Überblick über mögliche kommunale Maßnahmen und basieren v.a. auf dem „Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“ (DWA 2013b) sowie dem Leitfaden „Starkregen – Was können Kommunen tun?“ (ibh/WBW 2012), in denen wesentlich detailliertere und weitergehende Informationen zu finden sind. Die rechtliche Gestattungspflicht ist bei allen baulichen Maßnahmen im Vorfeld zu prüfen (siehe Kapitel 9).

8.1 Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser

Eine der wirksamsten baulichen Maßnahmen des Starkregenrisikomanagements ist es, den Oberflächenabfluss erst gar nicht dorthin gelangen zu lassen, wo Schäden entstehen können, sondern den Zufluss von Außengebietswasser in bewohnte Bereiche zu verhindern. Es kann hierbei zwischen Strukturen zur Ableitung und zur Sammlung bzw. zum Rückhalt von Außengebietswasser unterschieden werden.

Beispiele für Maßnahmen zur Ableitung von Außengebietswasser sind:

- die Erstellung bzw. Ertüchtigung von Leitbauwerken zum Management des Außengebietswassers
 - Anlage v.a. von offenen Grabensystemen, Verwaltungen, Mulden und Kaskaden, erforderlichenfalls auch Rohren, zur Ableitung von Sturzfluten, mit dem Ziel, diese Oberflächenabflüsse in unkritische und schadensarme Bereiche abzuleiten
- die Erstellung angepasster Einlaufbauwerke
 - hydraulisch günstige konstruktive Gestaltung von Einleitbauwerken und Verrohrungen
 - Einsatz räumlicher Rechen und Vorrechen für grobes Treibgut (Abbildung 20)
 - Offenlegung/ Ausbau von Verdolungen

Beispiele für die Rückhaltung von Außengebietswasser sind:

- die Anlage von Rückhalteräumen
- die Aktivierung und/oder Vergrößerung des Speichervermögens vorhandener Bodenvertiefungen und Senken

Die rückhaltorientierte Erstellung und Gestaltung von Entwässerungssystemen für land- und forstwirtschaftliche Wege ist eine weitere Option, um Außengebietswasser ableiten oder dezentral zwischenspeichern zu können. Wesentlich ist weiterhin, dass die Anlagen und Einrichtungen zum Fernhalten von Außengebietswasser einer regelmäßigen Inspektion, Wartung und Instandsetzung unterliegen. Die Erstellung von Wartungs- und Unterhaltungsplänen ist in diesem Zusammenhang notwendig.

8.1.1 Technische Anforderungen an Anlagen zur Fernhaltung von Außengebietswasser

Beim Bau von abflussleitenden Erddämmen und Verwallungen sind die technischen Anforderungen gemäß DIN 19700 sowie die Merkblätter der DWA (DWA-M 522 „Kleine Tal Sperren oder kleine Hochwasserrückhaltebecken“ oder DWA-M 550 „Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung“) zu beachten.

Nach DIN 19700 Teil 12 sind natürliche Retentionsräume, wie Seen und Teiche, sowie Retentionsräume, die infolge von Straßen- und Bahndämmen oder ähnlichen Aufschüttungen oder Abgrabungen entstanden sind, keine Hochwasserrückhaltebecken. Sie können jedoch durch bauliche Maßnahmen im Sinne eines Hochwasserschutzes zu Hochwasserrückhaltebecken werden. Wird ein Damm oder eine Verwallung zum Rückhalt des Oberflächenabflusses hergestellt, greifen die Regelungen der DIN 19700 bzw. des Merkblattes DWA-M 522. In DIN 19700 wird kein Mindestmaß für die Dammhöhe festgelegt. Rückhaltungen durch Mulden, die durch Abgrabungen entstehen, fallen nicht unter DIN 19700.

Als Bemessungskriterium sollte die Wirksamkeit der Maßnahmen beim Szenario eines außergewöhnlichen Starkregenereignisses angestrebt und das dadurch entstehende Gefahrenpotenzial gewertet werden. Für ein extremes Oberflächenabflussszenario ist davon auszugehen, dass

der Fall einer Überströmung bzw. einer Überlastung eintreten wird. Das im Rahmen des Starkregenrisikomanagements erarbeitete zweidimensionale hydraulische Modell bietet dabei die Möglichkeit, Bemessungsgrundlagen zu ermitteln. Mit dem hydraulischen Modell kann die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial der Maßnahmen überprüft werden.

8.2 Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen

Bauliche Maßnahmen an abflussrelevanten Gewässern können außerhalb und innerhalb der bebauten Flächen angesetzt werden. In Außengebieten sollten Baumaßnahmen rückhaltungsorientiert gestaltet sein und Maßnahmen zur Abflussverzögerung und zum Erosionsschutz beinhalten. Innerhalb der Ortslagen sollten bauliche Maßnahmen abflussorientiert sein und hydraulische Engstellen (v. a. Verrohrungen, Verdolungen, Durchlässe etc.) entschärfen oder beseitigen. Hierzu müssen auch die jeweiligen Abflussquerschnitte bedarfsgerecht optimiert werden.

Abflussrelevante Gewässer sind neben den sichtbaren Gewässerläufen auch die „schlafenden“ Gewässer, die nur zeitweilig wasserführend sind und eine besondere Gefahr darstellen (Abbildung 21). Ein Problem im Zusammenhang mit schlafenden Gewässern ist das fehlende Bewusstsein für die Gefahren bei Starkregenereignissen. Dies führt häufig zu unzureichender Unterhaltung und



Abbildung 20: Links – Beispiel eines räumlichen Rechens, der eine Verstopfung durch Geschwemmsel und Treibgut erschwert (Wittmann, Stadt Buchen), Rechts – Verlegungsschutz mit Furt vor einem Straßendurchlass (Landratsamt Esslingen).



Abbildung 21: Graben, der bei einem Starkregenereignis zu einem Hauptabflussweg für Hangwasser wurde („schlafendes Gewässer“) (Cassel)



Abbildung 22: Mauer und Vorbau bilden Abflusshindernisse für Starkregenabflüsse. An solchen Engstellen wird Wasser abgeleitet und erzeugt häufig große Schäden an den anliegenden Gebäuden (Cassel).

Pflege der Gewässerläufe und ihrer Bauwerke. Die regelmäßige Inspektion, Wartung und Funktionspflege von allen abflussrelevanten Gewässern im Rahmen von Wartungs- und Unterhaltungsplänen ist hier besonders wichtig. Zur Bewusstseinsbildung sollten Anlieger gezielt auch über Gefahren unterrichtet werden, die von schlafenden Gewässern ausgehen.

Eine große Gefahr innerhalb der Ortslagen geht von Abflusshindernissen aus (Abbildung 22). Die Beseitigung bzw. Optimierung von abflussmindernden Einbauten (Stege, Brücken, Zäune, Mauern, querende Leitungen, Ablagerungen, Bewuchs usw.) verringert die Gefahr, dass Gewässer an diesen Engstellen über ihre Ufer treten und sich neue Abflusswege suchen.

Bei Einlaufbauwerken sollte auf eine hydraulisch günstige Gestaltung geachtet werden. Durch den Einsatz räumlicher Rechen und Vorrechen für grobes Treibgut sowie mit der Einrichtung von Geröllfängen können die Gefahren der Verklausung reduziert werden. Auch hier ist eine regelmäßige Inspektion, Wartung sowie die Räumung von Schwemmgut im Rahmen von Wartungsplänen angebracht. Die Maßnahmen sollten in einen kommunalen Unterhaltungsplan für abflussrelevante Gewässer münden.

Eine weitere bauliche Maßnahme zur Risikominderung ist die Schaffung gezielter Entlastungspunkte durch Notabflusswege. Sie sind so zu gestalten, dass keine negativen Auswirkungen auf Dritte entstehen.

8.3 Siedlungsentwässerung

Vor allem beim Szenario seltener Starkregenereignisse kann das Kanalnetz noch eine abflussrelevante Rolle spielen. Fragen zur Identifikation von baulichen Maßnahmen mit Bezug zum Kanalnetz sind z. B.:

- Durch welche Maßnahmen kann das Abfluss- und Speichervermögen der Kanalisation weitestgehend ausgeschöpft werden?
- An welchen Stellen der Kanalisation kann die hydraulische Situation verbessert werden?

Bauliche Maßnahmen, die den Zufluss ins Kanalnetz entlasten sollen, zielen auf die Verringerung des Versiegelungsgrades bzw. der Abflusswirksamkeit von Siedlungsflächen. Dazu gehören v. a. wasserdurchlässige Flächenbefestigungen zur Regenwasserversickerung (Abbildung 23) oder Dachbegrünungen. Der dezentrale Regenwasserrückhalt auf Grundstücken in Mulden, Zisternen und Rigolen kann bei entsprechender Auslegung der Speichervolumina auf seltene Starkregenereignisse ebenfalls wirksam



Abbildung 23: Niederschlagswasserversickerung auf der Parkfläche eines Messegeländes (LUBW)

sein. Da diese dezentralen Maßnahmen einzeln nur relativ geringe Wirksamkeit haben, müssen sie großflächig umgesetzt werden, um auch bei Starkregenereignissen wirksam zu sein. Die Schaffung von finanziellen Anreizen für die Bürger zur freiwilligen Umsetzung von Rückhaltmaßnahmen (z.B. Gebührensplittung oder gezielte kommunale Förderprogramme in Bestandsgebieten) kann dies unterstützen.

8.4 Straßen und Wege

Straßen und Wege spielen bei Starkregenereignissen eine wichtige Rolle. Sie werden zu Abflusswegen und können so auch gezielt dazu genutzt werden, Wasser möglichst schadensfrei abzuleiten. Je nach Gefälle und Ausbildung der Bordsteine verfügen Straßen auch über ein gewisses Stauvolumen und können bei Abklingen des Ereignisses das im Straßenraum gespeicherte Regenwasser, gedrosselt über die Straßenabläufe, abfließen lassen.

Das Stauvolumen des Straßenraums wird durch die Gehweghinterkante definiert. Die niedrigste Gehweghinterkante legt dabei das Speichervolumen des gesamten Straßenraumes fest und entscheidet so auch über die Gefährdungslage der Anwohner. Durch Absenken des Straßenniveaus oder Einbau einer Mittelrinne, bei Beibehaltung der Gehweghinterkante, kann das Speichervolumen entsprechend erhöht werden.

Bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Abflusssituation im Straßenraum sind v. a.:

- Aufnahme des Oberflächenwassers durch Rinnensysteme und Anlagen zur Versickerung (Abbildung 25)
- Einsatz leistungsstarker Einläufe (z.B. Bergeinläufe)
- Reihung mehrerer Einläufe in Fließrichtung hintereinander
- Begünstigung der Wasseraufnahme durch starkes Quergefälle der Straßenoberfläche
- Anlage eines parallelen Straßengrabens mit Einlaufbauwerk, Geröllfang und/oder Flutmulde
- Einsatz einer oder mehrerer, hintereinander angeordneter Querrinnen
- Schadloses Ableiten des Abflusswassers in das Straßenbegleitgrün (Abbildung 26)

Auch bei diesen Maßnahmen ist die Wirksamkeit nur gegeben, wenn die Funktionsfähigkeit der baulichen Anlagen regelmäßig überprüft wird.



Abbildung 24: So mancher Rohrdurchlass lässt sich durch eine verklausurungsfreie Furt ersetzen (LUBW)



Abbildung 25: Anlagen zur Versickerung von Oberflächenwasser aus Verkehrsflächen (LUBW)

8.5 Frei- und Grünflächen

Frei- und Grünflächen können multifunktional als Notretentionsräume bei Starkregenereignissen genutzt werden. Um einen gezielten Wasserzufluss zu ermöglichen, sind oft bauliche Maßnahmen zur Erschließung der Flächen notwendig.

Beispiele für mögliche Flächen umfassen:

- öffentliche Grünflächen z.B. Parkanlagen, Rasenflächen
- öffentliche Plätze ohne Bebauung
- Straßenflächen mit relativ geringer verkehrlicher Nutzung
- großflächige, öffentliche Sportanlagen z.B. Bolzplätze, Liegewiesen von Bädern
- Teichanlagen und künstliche Seen
- Brachflächen
- unbebaute Flächen



Abbildung 26: Auf Lücke gesetzte Bordsteine zur Ableitung von Straßenoberflächenwasser in die Versickerungsmulde (LUBW)

Bauliche Maßnahmen auf multifunktional genutzten Grünflächen umfassen neben der Wasserzuführung in die Flächen auch die Sicherung der Flächen gegen ein weiteres, ungewolltes Ausdehnen in Risikobereiche hinein.

Die Nutzung dieser Flächen ist nicht unproblematisch. Es können hier gerade bei den sehr schnell auftretenden Überflutungen im Rahmen von Starkregenereignissen Gefahren für Leib und Leben entstehen. Schmutz- und Schadstoffbelastung, z.B. nach einem Ölunfall, können zu Kontaminationen der Flächen führen. Die möglichen Auswirkungen auf Vegetation und Ökosysteme sind hierbei zu berücksichtigen und die Genehmigungspflicht ist zu beachten.

8.6 Objektschutzmaßnahmen

Für bauliche Objekte stellt vor allem das schnelle Volllaufen von Mulden oder Gebäudeuntergeschossen (Keller, Tiefgaragen) eine Hauptgefahr dar. Eine weitere Gefahrenquelle sind die teilweise sehr hohen Fließgeschwindigkeiten, was dynamische Druck- und Zugkräfte auf Gebäude erhöht und auch eine Gefahr für Personen darstellt.

Erstes Ziel beim Objektschutz sollte daher sein, das Wasser von Gebäuden und wichtigen Infrastrukturobjekten fern zu halten. Hier muss untersucht werden, welche baulichen Maßnahmen (Verwallungen, Erddämme, Geländemodellierungen, Schutzmauern) möglich sind.

Für den Fall, dass diese Maßnahmen bei den lokalen Gegebenheiten nicht möglich sind, sollte als zweites Ziel



Abbildung 27: Kellerfenster ohne Überflutungsschutz (links); Kellerfenster mit erhöhtem Lichtschacht (rechts) (LUBW)

das Eindringen von Wasser in die Objekte verhindert werden. Hierfür kommen verschiedene Systeme in Betracht. Wegen der häufig nur geringen Reaktionszeit bei Starkregenereignissen sind hier vor allem die permanenten Hochwasserschutzsysteme geeignet (Abbildung 27).

Kritisch für den Objektschutz sind Mulden- und Rückstausituationen, bei denen auch Überflutungstiefen von mehreren Metern auftreten können. In diesen Bereichen sind permanente Vorsorgemaßnahmen, bedingt durch die möglichen hohen Überflutungstiefen, nur schwer umsetzbar. Für den Fall, dass Objektschutzmaßnahmen nicht möglich sind, versagen oder ihre Bemessungsgrenzen überschritten werden, muss hier als drittes Ziel versucht werden, den möglichen Schaden bei Wassereintritt zu minimieren. Hierbei sollte untersucht werden:

- Welche Objekte und Einrichtungen werden bei Wassereintritt betroffen?
- Welche Objekte erfordern bedingt durch ihr hohes Schadenspotenzial (z.B. Heiz- und Tankanlagen) gesonderte Absicherungen?
- Wie kann durch Nutzungsanpassung oder Anpassung der technischen Gebäudeausrüstung (z.B. Ersatz einer Ölheizung durch eine Gastherme) das Schadenspotenzial minimiert werden?

Entsprechend den drei gestaffelten Schutzzielen (1. Wasser fernhalten bzw. ableiten, 2. Wassereintritt verhindern, 3. Schäden minimieren) sollten die jeweils geeigneten Objektschutzmaßnahmen zur Reduzierung von Schäden an Objekten, Gebäuden und Inventar ausgewählt werden.

8.7 Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)

Außerhalb der Siedlungsbereiche sollten im Sinne des vorsorgenden Hochwasserschutzes auch dezentrale Maßnahmen zum Einsatz kommen, die zu einem vermehrten Wasserrückhalt in der Fläche führen. Diese Maßnahmen tragen zur Hochwasserminderung bei, indem durch verminderten Oberflächenabfluss sowie verstärkte Retention und Infiltration Scheitelabflüsse und Wellenvolumen reduziert werden und so ein Beitrag zur Reduzierung von Hochwasserschäden geleistet wird.

Land- und Forstwirtschaft können durch eine angepasste Bewirtschaftung den Wasserrückhalt in der Fläche stärken und damit die Hochwassergefahr verringern und Erosion vermeiden. Im Bereich der Landwirtschaft kann dies beispielsweise durch Grünlandbewirtschaftung oder eine konservierende Bodenbearbeitung wie Mulch- bzw. Direktsaat erreicht werden (Abbildung 28). Aber auch gezielte Veränderungen der konventionellen Bodenbearbeitung können zum Wasserrückhalt beitragen, wenn zum



Abbildung 28: Mulchsaat zur konservierenden Bodenbearbeitung (LUBW)

Beispiel Äcker in Hanglage hangparallel gepflügt werden. Dadurch kann das Wasser besser in den Furchen versickern, anstatt schnell oberflächlich abzufließen. Retentionsfördernde Maßnahmen bieten außerdem auch Vorteile in Bezug auf andere naturschutzfachlich relevante Zielsetzungen, wie z.B. Erosionsschutz, Gewässerschutz oder Arten- und Biotopschutz.

Auch stabile, naturnahe Mischwälder leisten einen Beitrag für den Hochwasserschutz. Der Oberflächenabfluss ist geringer und erfolgt langsamer als bei anderen Landnutzungsformen. Außerdem können Waldböden einen Großteil der Niederschläge an Ort und Stelle speichern. Bach- und flussbegleitende Auwälder ertragen problemlos auch längere Überschwemmungen und sorgen wie ein Zwischenspeicher für einen langsamen Abfluss. Wichtige Maßnahmen zum Erhalt oder Ausbau dieser Retentionsfunktionen sind z.B. die Waldmehrung, v.a. in gering bewaldeten Regionen und Überflutungsbereichen, die Erhaltung der Waldfläche allgemein, der Umbau von Nadelbaum-Reinbeständen in stabile, naturnahe und klimatolerante Mischwälder, die Revitalisierung von Auwäldern, die Renaturierung von Mooren sowie die Anlage von Tümpeln und Feuchtbiotopen. Die abflussdämpfende Wirkung von Wald stößt bei sehr starken Niederschlägen allerdings auch an ihre Grenzen (Wassersättigung des Bodens).

Im Rahmen des KliStaR-Projektes (Anpassung an den Klimawandel durch Stärkung des Wasser- und Bodenschutzes) wurde für Baden-Württemberg ein Maßnahmenkatalog mit 23 Infoblättern zu land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen zur Klimaanpassung entwickelt, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern (LUBW 2016). Dazu gehören im landwirtschaftlichen Bereich u.a. die Anlage von Ackerrandstreifen, die Bodenlockerung, Felder- und Flurneueinrichtung (Vermeiden einer Konzentration erosionskritischer Kulturen), Hang- bzw. Schlagteilung, Mulchsaat, Querbewirtschaftung, Streifenbearbeitung, Untersaat, Zwischenfrüchte etc..



Abbildung 29: Etablierung von Mischwald als Beitrag zum Wasserrückhalt, © Foto: Thomas Weidner

Zu den Maßnahmen im forstlichen Bereich zählen u.a. Mischwaldetablierung (Abbildung 29), Bodenschutzkalkung, bodenschonende Holzernte, hangparallele Feldgehölzaufforstung mit standortstypischen und wurzelintensiven Baumarten sowie die Freiflächenvermeidung z.B. nach Stürmen oder durch Holzernte.

Weitere detaillierte Informationen sind auch im DWA - Merkblatt M 550 (Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung, DWA 2015 c) bzw. im DWA-Themenheft HW-4.3 (DWA 2006) zu finden.

Fazit:

Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen sollen:

- Außengebietswasser rückhalten und ableiten
- Oberflächenwasser in der Fläche zurückhalten
- unvermeidbares Oberflächenwasser im Straßenraum schadensarm ableiten oder zwischenspeichern
- Oberflächenwasser gezielt zu schadensfreien oder schadensarmen Freiflächen ableiten
- Risikobereiche mit Gefahr für Menschenleben schützen
- kritische Objekte und Infrastruktureinrichtungen schützen

Dezentrale Maßnahmen im Außenbereich:

- sollen Wasser in der Fläche zurückhalten und dadurch hochwassermindernd wirken
- können sowohl in der landwirtschaftlichen als auch der forstwirtschaftlichen Praxis umgesetzt werden

9 Rechtliche Fragestellungen

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich durchweg auf Überflutungen, die infolge von Starkregen an der Oberfläche ablaufen oder stehen und die nicht im Zusammenhang mit der Ausuferung oberirdischer Gewässer zu Stande kommen.

a) Sind Überflutungen infolge von Starkregenereignissen

Hochwasser?

Der Begriff Hochwasser wird in §72 WHG definiert: „Hochwasser ist eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen.“

Nach dieser Definition sind auch Überflutungen infolge von Starkregenereignissen, die nicht durch die Ausuferung von oberirdischen Gewässern entstehen (ausgenommen Überflutungen aus Abwasseranlagen) Hochwasser. Dies setzt die Hochwasserdefinition des Art.2 Abs.1 HWRL um und erfasst auch Überschwemmungen durch Grundwasser oder durch Starkregenereignisse (vgl. Begründung Gesetzentwurf, BT-Drs. 17/10957, S. 22).

Klargestellt ist damit, dass Überflutungen infolge von Starkregenereignissen auf Flächen außerhalb der Bebauung (Außenbereich) und damit Überflutungen auf Flächen ohne vorhandene Entwässerungssysteme ebenfalls Hochwasser darstellen. Im Bereich von Bebauungen (Innenbereich) muss eine differenziertere Betrachtung erfolgen, da diese Flächen in der Regel an Abwasseranlagen in Form von Entwässerungssystemen angeschlossen sind. Bei Starkregenereignissen können die Entwässerungssysteme trotz konformer Bemessung (z.B. nach DIN EN 752) überlastet sein, so dass der Niederschlag bzw. der generierte (Oberflächen-) Abfluss nicht mehr in diese Systeme eintreten kann. Die Überflutung kommt hier also nicht durch einen Austritt aus der Kanalisation zustande, sondern das überschüssige Wasser kann nicht mehr in die Kanalisation eindringen und fließt oder steht oberirdisch. Dementsprechend sind Überflutungen infolge von Starkregen, der oberhalb der Bemessungsgrenzen der Entwäs-

serungssysteme liegt, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich als Hochwasser zu bezeichnen.

b) Sind Überflutungen infolge von Starkregenereignissen

Abwasser?

Bei Überflutungen infolge von Starkregenereignissen außerhalb bebauter Gebiete ist das sog. wild abfließende Wasser oder Außengebietswasser, solange es nicht gesammelt oder gefasst wird und in eine Kanalisation eintritt, kein Abwasser. Im Gegensatz dazu ist Regenwasser, das von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt, d.h. durch technische Einrichtungen gezielt erfasst, abfließt, nach §54 Abs.1 WHG Abwasser. Der Abwasserbeseitigungspflichtige ist dann für einen ausreichenden Überflutungsschutz nach DIN EN 752 zuständig. Die Kommune hat als Abwasserbeseitigungspflichtiger darüber hinaus bei der Planung und Erstellung der für ein Baugebiet notwendigen Entwässerungs- und Ableitungsmaßnahmen auch das von angrenzenden Geländen abfließende Niederschlagswasser zu berücksichtigen (vgl. z.B. BGH, Urteil vom 18.02.1999 (III ZR 272/96) und unten Absatz d). Jenseits der Abwasserbeseitigungspflicht unterliegt Starkregenwasser als Hochwasser der allgemeinen Gefahrenabwehr.

c) Sind Überflutungsflächen infolge Starkregen Überschwemmungsgebiete nach § 76 WHG?

Dies ist zu verneinen, denn in §76 WHG ist definiert, dass Überschwemmungsgebiete „Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete...“ sind, „die bei Hochwasser eines oberirdischen Gewässers überschwemmt oder durchflossen werden.“ Ein Überschwemmungsgebiet ist damit abschließend an die Ausuferung eines oberirdischen Gewässers gebunden. Eine Festsetzung von Überschwemmungsgebieten für Starkregenflächen mit den Rechtsfolgen des §78 WHG hat daher nicht zu erfolgen.

d) Wer ist für das Starkregenmanagement verantwortlich?

Jedermannspflicht

Entsprechend §72 WHG handelt es sich auch bei Überflutungen infolge Starkregen um Hochwasser. Überflutun-

gen infolge Starkregen fallen somit auch unter die nach § 5 Abs. 2 WHG allgemeinen Sorgfaltspflichten: „Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor nachteiligen Hochwasserfolgen und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen nachteiligen Folgen für Mensch, Umwelt oder Sachwerte durch Hochwasser anzupassen.“ Diese Pflicht betrifft „Jedermann“, d.h. alle natürlichen Personen, insbesondere die Grundstückseigentümer, und juristischen Personen wie Gewerbebetriebe oder öffentliche Einrichtungen.

Darüber hinaus darf nach § 37 Abs. 1 WHG der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers auf ein tiefer liegendes Grundstück nicht zum Nachteil eines höher liegenden Grundstücks behindert werden. Auch darf der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers nicht zum Nachteil eines tiefer liegenden Grundstücks verstärkt oder auf andere Weise verändert werden. Aus Gründen des Wohls der Allgemeinheit kann die Wasserbehörde hiervon Abweichungen gemäß § 37 Abs. 3 WHG zulassen.

Bauleitplanung

Nach § 1 Abs. 6 BauGB sind neben den Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und die Sicherheit der Bevölkerung explizit auch die Belange des Hochwasserschutzes zu berücksichtigen, somit auch mögliche Überflutungen infolge von Starkregenerereignissen.

Unabhängig vom Abwägungsergebnis sollen in der Bauleitplanung entsprechend im Flächennutzungsplan nach § 5 Abs. 3 BauGB und im Bebauungsplan nach § 9 Abs. 5 BauGB Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind, gekennzeichnet werden. Weiter können entsprechend § 5 Abs. 2 Nr. 7 und § 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB Flächen für den Hochwasserschutz, den Hochwasserabfluss im Flächennutzungsplan dargestellt und im Bebauungsplan festgesetzt werden.

Abwasserbeseitigungspflicht

Zu Überflutungen im Innenbereich (bebaute, befestigte Flächen) im Rahmen der Abwasserbeseitigungspflicht und die damit zusammenhängenden Aufgaben des Überflutungsschutzes wird auf die Ausführungen in Absatz b) und Kapitel 3 verwiesen.

e) Welche baulichen Maßnahmen kommen zum Schutz vor Überflutung infolge Starkregen in Betracht?

Zum Schutz vor Überflutungen infolge von Starkregen sind ganz verschiedene bauliche Maßnahmen denkbar. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten können dies vor allem Schutz-, Leit- und Rückhalteanlagen, d.h. Bauten wie Verwallungen, Leitdämme, Flutmulden oder Retentionsbecken, sein. Auch eine Ableitung von Außengebietswasser mit langen Entwässerungsgräben kommt in Betracht. Ebenso können Multifunktionsflächen der gezielten (Zwischen-)Speicherung von Wasser dienen, das von bebauten und befestigten Flächen abfließt und einen (Not-)Retentionsraum darstellen. Eine Auffangfunktion haben daneben auch Abwasser- und Versickerungsanlagen.

Die meisten dieser Anlagen sind insbesondere nach den Vorgaben des Baurechts und des Wasserrechts zu beurteilen und unterliegen einer Zulassungspflicht. Daneben können Ausnahme- und Befreiungsentscheidungen, z.B. nach § 37 Abs. 3 WHG, erforderlich werden.

Es ist beabsichtigt, die Hinweise zur Zulassung dieser Anlagen zu ergänzen, wenn konkrete Erfahrungen mit ihrer Realisierung und Bewährung in der Praxis gesammelt wurden.

10 Förderung

10.1 Fördertatbestände

10.1.1 Grundlagenermittlung (Nr. 12.7 Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw))

Ziel der Förderung ist die Erstellung von Starkregenereigniskarten für seltene, außergewöhnliche und extreme Oberflächenabflussereignisse mit nachfolgender Risikoanalyse und darauf aufbauend die Entwicklung eines kommunalen Handlungskonzeptes (siehe Musterleistungsbeschreibung und ein Musterpreisblatt). Maßgebliche Basis sind vorgegebene Abflusswerte der LUBW, das HydTERRAIN des Landes Baden-Württemberg und die damit durchgeführte zweidimensionale, instationäre hydraulische Berechnung (siehe Kap.5). Das Risiko ist nach Kap.6 entsprechend der Starkregenereigniskarte (Überflutungstiefe, Fließgeschwindigkeit und zeitlicher Verlauf) zu analysieren. Hieraus ist entsprechend Kap.7 ein Handlungskonzept (Informationsvorsorge, kommunale Flächenvorsorge, Krisenmanagement und Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen) zu entwickeln. Abweichungen von dem in diesem Leitfaden vorgegebenen Vorgehen sind nur nach enger Abstimmung und Zustimmung der unteren Wasserbehörde förderfähig.

Der Fördersatz beträgt 70%. Förderfähig sind die erforderlichen Aufwendungen des Ingenieurbüros.

10.1.2 Bauliche Maßnahmen (Nr. 12.1 FrWw)

Förderfähig sind alle Maßnahmen, die geeignet sind, Sturzfluten bzw. Überschwemmungen infolge seltener oder außergewöhnlicher Starkregenereignisse aus Außengebieten (Außenbereich im Sinne von § 35 BauGB) abzufangen und abzuleiten. Dadurch soll die unterhalb gelegene, sonst betroffene Bebauung vor Überflutung geschützt werden.

Entsprechend der Darstellung in Kap.8.1 fallen darunter Verwallungen, Leitdämme, Mauern und Gräben, um die Sturzfluten zu fassen und einer geeigneten Vorflut zuzuleiten. Diese kann aus einem offenen oder geschlossenen Gerinne bestehen, das sowohl um die Bebauung herum als auch durch sie hindurch geführt werden kann. Hierzu

gehören auch entsprechend ausgebaute Einlaufbereiche mit Geschwemmsel- und Sedimentfang sowie Rückhalte-räume, um die Abflüsse zwischenspeichern und gedrosselt abführen zu können.

Nicht zuwendungsfähig sind Maßnahmen zum Schutz von Bebauungen bzw. Baugebieten, die nach dem 18.02.1999 per Satzung beschlossen wurden, weiterhin Maßnahmen im Innenbereich, die der Siedlungsentwässerung, der Bewältigung von Sturzfluten aus dem Innenbereich und der Stadt- und Infrastrukturplanung zuzurechnen sind.

Der Fördersatz bemisst sich nach der Pro-Kopf-Belastung nach Nr.15.1 FrWw. Neben den Herstellungskosten selbst sind der erforderliche Grunderwerb (mit Nebenkosten), Planung und Bauleitung als Pauschale nach Nr.7 FrWw sowie geotechnische oder landschaftsplanerische Sonderingenieurleistungen förderfähig. Bei gleichzeitiger Durchführung mit Maßnahmen der Siedlungsentwässerung oder Infrastrukturmaßnahmen ist eine sachgerechte Kostenaufteilung vorzunehmen.

10.2 Verfahren

Zuwendungsanträge nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft sind über die Untere Wasserbehörde bei den Stadt- und Landkreisen beim zuständigen Regierungspräsidium einzureichen (Antragsformulare im Internet, www.rp.baden-wuerttemberg.de).

Für die Grundlagenermittlung (Starkregenereigniskarte, Risikoanalyse und Handlungskonzept) ist auf Basis der Leistungsbeschreibung (Anlage 1a) ein Bearbeitungsangebot bei einem Ingenieurbüro einzuholen und mit entsprechenden Referenzen dem Antrag beizufügen.

Für die sich aus dem Handlungskonzept ergebenden, kommunalen baulichen Maßnahmen zum Fernhalten von Außengebieteswasser ist in Abstimmung mit den Unteren Wasserbehörden zunächst eine Vorplanung (mit Kostenschätzung) zu erstellen, um mit den zuständigen Behörden (Baurechts- und/oder Wasserbehörde) ggf. erforder-

liche Zulassungsverfahren abzuklären. Auf dieser Basis ist die Planung abzuschließen und ggf. zur Genehmigung vorzulegen. Nach erfolgter Zulassung kann anhand dieser Unterlagen unter Beifügung einer Kostenschätzung und eines Wirtschaftlichkeitsnachweises der Zuwendungsantrag, wie oben beschrieben, gestellt werden.

Das Regierungspräsidium bewilligt daraufhin die Zuwendung, wobei Fristen zum Beginn und zur Fertigstellung vorgegeben werden. Nach Fertigstellung kann das Vorhaben über die untere Wasserbehörde abgerechnet werden. Je nach Kostenumfang und Kostenstand kann schon vorher eine Teilzahlung beantragt werden.

11 Literaturverzeichnis

Rechtliche Grundlagen und technische Regelwerke (Auswahl):

DIN EN 752 (2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsche Fassung EN 752:2008

DIN 19700 (2004): Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken; DIN 19700-12:2004-07

DWA (2006): Themenheft HW-4.3: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung (April 2006)

DWA (2011): Arbeitsblatt DWA-A 118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen (März 2006, Korrigierte Fassung: September 2011)

DWA (2016): Merkblatt DWA-M 119: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge – Analyse von Überflutungsgefährdungen und Schadenspotenzialen zur Bewertung von Überflutungsrisiken, November 2016

DWA (2015b): Merkblatt DWA-M 522: Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken (Mai 2015)

DWA (2015c): Merkblatt DWA-M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung (November 2015)

FrWw (2015): Förderrichtlinien Wasserwirtschaft 2015, Richtlinien des Umweltministeriums für die Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben vom 21.07.2015

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

WG – Wassergesetz für Baden-Württemberg (2013): Verkündet als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Wasserrechts in Baden-Württemberg vom 3. Dezember 2013

WHG – Wasserhaushaltsgesetz (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009

Literatur

ASSMANN, A., MOSER, M., RÖDER, S. (2013): Starkregenmanagement. Die Gemeinde (BWGZ), 136(11), 443–447

ASSMANN, A. (2013): Modellierung von extremen Starkregenereignissen. Was ist möglich? Schriftenreihe des Verbandes Region Rhein-Neckar, 11, 57–64

ASSMANN, A., JÄGER, S., FRITSCH, K., & BRAUNER, C. (2013): Risk maps for pluvial flooding and initiation of a flood risk management process. In F. Klijn, & Scheckendiek (Eds.), *Comprehensive Flood Risk Management – Research for policy and practice*: 189. Proceedings of the 2nd European Conference on Flood Risk Management FLOODrisk 2012, Rotterdam, The Netherlands, 19./23. November 2012. CRC Press/Balkema

ASSMANN, A., FRITSCH, K. & JÄGER, S. (2012): Starkregengefahrenkarten und Risikomanagement im Glems-Einzugsgebiet. In: J. Strobl, T. Blaschke, & G. Griesebner (Eds.), *Angewandte Geoinformatik 2012, Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg* (pp. 576–585)

ASSMANN, A., JÄGER, S., FRITSCH, K. & BRAUNER, C. (2012): Starkregengefahrenkarten und Risikomanagement im Glems-Einzugsgebiet. In M. Weiler (Ed.), *Wasser ohne Grenzen – Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2012 an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*. – Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung (Vol. 31, pp. 195–200), Hennef

ATV-DVWK (2004): Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme. Arbeitsbericht der ATV-DVWK-AG ES-2.1. In: KA – Abwasser, Abfall (51), Heft 1, S. 69–75

- BILLEN, N., LAMBERT, B., AUERBACHER, J. (2010): Schadensminderung durch gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft – Beiträge zum Wasserrückhalt in der Fläche, LUBW-Workshop in Karlsruhe zu Hochwassergefahren und -risiken durch wild abfließendes Wasser (12.04.2010)
- BMBF (2008): Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS). Förderprogramm des BMBF: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX). Auftraggeber Bundesministerium für Bildung und Forschung, Förderkennzeichen 0330701 C
- Buchholz, O. et al. (2015): Vorbereitet sein auf urbane Sturzfluten – Verfahren zur Entwicklung kommunaler Schutzkonzepte auf Basis der 2D-Modellierung mit HYDRO_AS-2D, Korrespondenz Abwasser 2015 (62) Nr. 2 S. 138-144
- DÖRR, A. (2014): Straßen und Freiflächen, Verbandsübergreifende Seminarreihe BWK und DWA „Starkregen und Überflutungsvorsorge“, 11. Februar 2014 in Karlsruhe/Neureut
- DWA (2013a): Methoden der Überflutungsberechnung. Arbeitsbericht der DWA-AG ES-2.6. In: KA – Abwasser, Abfall (60), Heft 06, S. 506–511
- DWA (2013b): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DWA-Themen T1/2013
- DWD (2005): Starkniederschlagshöhen für die Bundesrepublik Deutschland – KOSTRA-DWD-2000. Ausgabe 2005. Deutscher Wetterdienst, Offenbach/Main und itwh GmbH, Hannover
- FUCHS, L. (2013): Methoden und Beispiele zur Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung von urbanen Sturzfluten. In: 13. DWA-RegenwasserTage vom 10./11. Juni 2013 in Freiburg
- GDV (2015): Naturgefahrenreport 2015 – Die Schadens - Chronik der deutschen Versicherer in Zahlen, Stimmen und Ereignissen. GDV Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin
- HATZFELD, F. (2010): Sturzfluten in urbanen Gebieten – Vorsorge ist möglich!, KW – Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2010(3), Nr. 2, S. 87-92
- IBH (Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz) und WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (Hrsg.) (2012): Starkregen - Was können Kommunen tun? Leitfaden beauftragt durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz und das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
- ILLGEN, M. (2014): Umgang mit Überflutungsgefahren: Risikomanagement Sturzfluten. 29. BWK-Bundeskongress, 19. September 2014, Freiburg
- ILLGEN, M. (2015): Kommunale Überflutungsvorsorge: von der Pflichtaufgabe zum aktiven Risikomanagement. Wassertage Münster, 24./25. Februar 2015
- ILLGEN, M.; ASSMANN, A. (2014): Kommunales Risikomanagement Sturzfluten: von der Risikokartierung zum Risikomanagement. BWK/DWA-Seminar: Starkregen und Überflutungsvorsorge, 11. Februar 2014, Karlsruhe
- ILLGEN, M.; NICHLER, T.; MÄNNL, U. (2011): Urbane Überflutungsgefährdung bei Extremregen – Abschätzung von Fließwegen, Überflutungsflächen und Gefährdungspotenzialen mithilfe von GIS-Analyse-Tool. DWA-Tagung „GIS und GDI in der Wasserwirtschaft“, 19./20. Januar 2011, Kassel

- KliStaR - Anpassung an den Klimawandel durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts im Einzugsgebiet der Glems (2015): Projekt gefördert im Rahmen des Landesprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) aus Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
(<http://www.starkregengefahr.de/glems/klistar/>)
- KLIWA (2009): Klimawandel im Süden Deutschlands, Ausmaß - Folgen - Strategien, Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft. Broschüre zum Kooperationsvorhaben der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz sowie des Deutschen Wetterdienstes
- KRIEGER, K.; SCHMITT, T. (2015): Möglichkeiten der Risikokommunikation im Rahmen eines präventiven Risikomanagements für Starkregen und urbane Sturzfluten. In: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall (62), Nr. 2, S. 114-120
- LUBW (Hrsg.) (2012): Hinweise zu „Stauanlagen von untergeordneter Bedeutung“, Arbeitsgruppe Stauanlagen in Baden-Württemberg (online Publikation, www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/224270/)
- LUBW (Hrsg.) (2015): Klimawandel in Baden-Württemberg, Fakten - Folgen - Perspektiven www.kliwa.de
- LUBW (Hrsg.) (2016): Infoblätter zu 23 land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Kommunen (Projektbericht KLiSTaR, Veröffentlichung geplant Dezember 2016)
- SCHMITT, T. G. (2011): Risikomanagement statt Sicherheitsversprechen - Paradigmenwechsel auch im kommunalen Überflutungsschutz? In: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall (58), Nr. 1, S. 40-49
- SCHMITT, T. G., WORRESCHK, S. (2011): KRisMa - Kommunales Risikomanagement „Überflutungsschutz“, Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz und des Wasserwirtschaftsverbandes Baden-Württemberg, Abschlussbericht
- SCHMITT, T. G. (2014): Starkregenindex zur Kommunikation von Überflutungsursachen und Risiken. In: KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall (61), Heft 8, S. 681-687
- ZIESE, M., JUNGHHÄNEL, T., BECKER, A. (2016): Andauernde Großwetterlage Tief Mitteleuropa entfaltet ihr Unwetterpotential mit starken Gewittern und massiven Schadensgeschehen in Deutschland, DWD-Publikation, Stand: 03.06.2016, online verfügbar http://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20160603_starkregen_mai-2016_meldung.pdf

12 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Handlungsfelder im Starkregenrisikomanagement (überarbeitet nach WBW, 2012)
Seite 10
- Abbildung 2: Schematische Darstellung des Vorgehens im Starkregenrisikomanagement
Seite 10
- Abbildung 3: Starkregenereignis in Bretten am 06.06.2015
Seite 12
- Abbildung 4: Starkregenereignis in Braunsbach am 29.05.2016 (LUBW)
Seite 12
- Abbildung 5: Stündliche Radarniederschläge (RADOLAN) um Braunsbach (Baden-Württemberg) in der intensivsten Stunde (Mitte) und der Stunde davor (links) und danach (rechts) (Weigl, DWD 2016).
Seite 13
- Abbildung 6: Starkregenereignisse in Baden Württemberg (1980-2015), Datengrundlagen: URBAS-Datenbank (BMBF - URBAS, 2008), European Severe Weather Database (www.eswd.eu), die TORDACH-Datenbank sowie eine gezielte Befragung von Städten und Landkreisen durch die WBW
Seite 14
- Abbildung 7: Begriffe/Definitionen beim Kommunalen Überflutungsschutz
Seite 16
- Abbildung 8: Abgrenzung kommunaler Überflutungsschutz – kommunales Starkregenrisikomanagement
Seite 17
- Abbildung 9: Hochwasser in Backnang 2011 durch Ausuferung der Murr (Polizeipräsidium Aalen)
Seite 18
- Abbildung 10: Starkregenereignis in Denkendorf (anonym)
Seite 19
- Abbildung 11: Beispiel einer Hochwassergefahrenkarte (Kartenausschnitt und Legende) für die Gemeinde Schwieberdingen
Seite 20
- Abbildung 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte für ein städtisches Gebiet (geomer GmbH)
Seite 20
- Abbildung 13: Abgrenzung der Gefährdungslage durch Überflutungen; links Überflutungen infolge von Starkregen und rechts durch Ausuferung von Gewässern
Seite 21
- Abbildung 14: Ablaufschema zur Erstellung der Starkregengefahrenkarten
Seite 26
- Abbildung 15: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte aus dem Einzugsgebiet der Glems (<http://www.starkregengefahr.de/glems/gefahrenkarten/starkregengefahrenkarten/>, Stadt Ditzingen)
Seite 27
- Abbildung 16: Musterlegende für die Darstellung der Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Starkregengefahrenkarten
Seite 27
- Abbildung 17: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte mit Darstellung besonderer Risikoobjekte (geomer GmbH).
Seite 34

- Abbildung 18: Mit der Anlage von Ackerrandstreifen wird eine ganzjährige Begrünung erreicht. Dadurch wird die natürliche Wasseraufnahme der Böden verbessert und der Oberflächenabfluss verringert.
(Foto: J. Kempf, geomer GmbH)
Seite 37
- Abbildung 19: Kommunale Alarm- und Einsatzplanung im Glemseinzugsgebiet 2011 (Bild links geomer GmbH) und in Murrhardt 2009 (Bild rechts WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH)
Seite 38
- Abbildung 20: Links – Beispiel eines räumlichen Rechens, der eine Verstopfung durch Geschwemmsel und Treibgut erschwert (Wittmann, Stadt Buchen), Rechts – Verlegungsschutz mit Furt vor einem Straßendurchlass (Landratsamt Esslingen).
Seite 44
- Abbildung 21: Graben, der bei einem Starkregenereignis zu einem Hauptabflussweg für Hangwasser wurde („schlafendes Gewässer“) (Cassel)
Seite 45
- Abbildung 22: Mauer und Vorbau bilden Abflusshindernisse für Starkregenabflüsse. An solchen Engstellen wird Wasser abgeleitet und erzeugt häufig große Schäden an den anliegenden Gebäuden (Cassel).
Seite 45
- Abbildung 23: Niederschlagswasserversickerung auf der Parkfläche eines Messegeländes (LUBW)
Seite 46
- Abbildung 24: So mancher Rohrdurchlass lässt sich durch eine verklausungsfreie Furt ersetzen (LUBW)
Seite 46
- Abbildung 25: Anlagen zur Versickerung von Oberflächenwasser aus Verkehrsflächen (LUBW)
Seite 47
- Abbildung 26: Auf Lücke gesetzte Bordsteine zur Ableitung von Straßenoberflächenwasser in die Versickerungsmulde (LUBW)
Seite 47
- Abbildung 27: Erhöhter Eingang mit abgedichteter Tür, erhöhter Lichtschacht mit Abdeckmöglichkeit (Cassel)
Seite 48
- Abbildung 28: Mulchsaat zur konservierenden Bodenbearbeitung
Seite 48
- Abbildung 29: Etablierung von Mischwald als Beitrag zum Wasserrückhalt
Seite 49

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Empfohlene Überflutungs- und Überstauhäufigkeiten (aus DWA M119, Tabelle 1, Entwurf 7/2015) Seite 16
Tabelle 2:	Vergleich topografischer und hydraulischer Gefährdungsanalysen Seite 22
Tabelle 3:	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen Seite 28
Tabelle 4:	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten Seite 28
Tabelle 5:	Liste kritischer Bereiche und Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden Seite 32

14 Anhänge

Der Leitfaden „Kommunales Starkregenerisikomanagement“ ist eine praxisorientierte Hilfestellung und Verfahrensanleitung für die kommunalen Fachplaner und Entscheidungsträger in Baden-Württemberg. Neben dem Hauptdokument gehören noch weitere Anhänge zum eigentlichen Leitfaden. Diese werden auch zukünftig aufgrund von Erkenntnissen aus der Umsetzungspraxis sowie durch Rückmeldungen der Kommunen fortlaufend angepasst und verbessert. Diese Anhänge sind daher in der gedruckten Version des Leitfadens nicht enthalten.

Sie stehen elektronisch unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/starkregen zum Download zur Verfügung.

Die folgenden Anhänge können hier heruntergeladen werden:

Anhang 1 a	Leistungsbeschreibung
Anhang 1 b	Preisblatt
Anhang 1 c	Definition der Datenformate
Anhang 1 d	Muster Risikosteckbrief
Anhang 2	Hochwasser-Alarmstufenmodell
Anhang 3	Methodische Grundlagen Oberflächenabflusswerte Baden-Württemberg
Anhang 4	Glossar
Anhang 5	Quellen zur Bewusstseinsbildung und Einschätzung der Gefahrenlage

