



Arbeitshilfe

kommunales Starkregenrisikomanagement

Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW

Stand: November 2018





**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen**

Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Fachliche Betreuung

Referat IV-6 Flussgebietsmanagement, Gewässerökologie, Hochwasserschutz
Referat IV-7 Abwasserbeseitigung

Bearbeitung

Kleingruppe „Starkregen“

unter Mitwirkung der Bezirksregierungen Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln und Münster sowie dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)

mit Unterstützung durch



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Erstellt im Rahmen des Projektes

„Fachberatung und Unterstützung der Koordinierungsarbeiten des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) bei der Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagement-Pläne für Ems, Maas, Rhein und Weser und zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EU-HWRM-RL)“
Die Arbeitshilfe beruht auf dem 2016 in Baden-Württemberg erschienenen Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“.

November 2018





Inhalt

1	Starkregenrisikomanagement in NRW	7
1.1	Starkregenereignisse in NRW	8
1.2	Ziel der Arbeitshilfe	13
1.3	Verantwortlichkeiten	13
1.4	Starkregenrisikomanagement	14
1.4.1	Aufgaben und Grenzen des kommunalen Überflutungsschutzes (Siedlungsentwässerung)	14
1.4.2	Abgrenzung zur Überflutung aus Gewässern.....	17
1.5	Vorgehensweise zur Aufstellung eines Starkregenrisikomanagements.....	21
2	Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen	22
2.1	Eingangsgrößen	25
2.1.1	Niederschlag	25
2.1.2	Topographie.....	28
2.2	Hydraulische Gefährdungsanalyse	30
2.3	Starkregengefahrenkarte	32
3	Risikoanalyse	38
3.1	Analyse der Starkregengefahrenkarte.....	39
3.2	Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche	39
3.3	Risikoermittlung und Risikobewertung	43
4	Handlungskonzept	46
4.1	Akteure bei der Erstellung des Handlungskonzepts	46
4.2	Informationsvorsorge	46
4.2.1	Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit	47
4.2.2	Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe	47
4.2.3	Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft	47
4.3	Kommunale Flächenvorsorge	48
4.4	Krisenmanagement.....	49
4.5	Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen	50
5	Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Starkregenrisikomanagement.....	52
5.1	Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser	52



5.2	Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen	53
5.3	Siedlungsentwässerung	54
5.4	Straßen und Wege.....	54
5.5	Frei- und Grünflächen.....	55
5.6	Objektschutzmaßnahmen	56
5.7	Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)	57
6	Förderung/ Finanzierung	59
7	Literaturverzeichnis	61
8	Anhänge.....	65
8.1	Anhang: Glossar	65
8.2	Anhang: Projektbeispiele	73
8.3	Anhang: Abgrenzung zu den Aufgaben der Siedlungsentwässerung	74
8.3.1	Anforderungen an den kommunalen Überflutungsschutz	75
8.3.2	Erhöhte Anforderungen aus den Folgen des Klimawandels	76
8.3.3	Möglichkeiten für Kommunen und Privathaushalte	77
8.3.4	Abgrenzung zwischen kommunalem Überflutungsschutz und kommunalem Starkregenrisikomanagement.....	77
8.4	Anhang: Mindestanforderung an den Inhalt von Gutachten zum Starkregenrisikomanagement	79
8.4.1	Anwendungshinweis	79
8.4.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	79
8.4.3	Hydraulische Gefährdungsanalyse.....	80
8.4.3.1	Ziel der Gefährdungsanalyse	80
8.4.3.2	Vorgehensweise bei der Gefährdungsanalyse	80
8.4.3.3	Grundlagendaten	81
8.4.3.4	Anforderung an die Überflutungssimulation	81
8.4.3.5	Aufbereitung des Geländemodells	82
8.4.3.6	Erfassung von Entwässerungsinfrastruktur und Gewässern im hydraulischen Modell	82
8.4.3.7	Ortsbegehungen	83
8.4.3.8	Simulationsergebnisse und Ergebnispläne	83
8.4.3.9	Dokumente und Daten	83
8.4.4	Risikoanalyse.....	84
8.4.4.1	Ziel der Risikoanalyse	84
8.4.4.2	Vorgehensweise bei der Risikoanalyse	84



8.4.4.3	Auswertung der Starkregengefahrenkarten	84
8.4.4.4	Ermittlung und Bewertung kritischer Objekte	85
8.4.4.5	Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken	86
8.4.4.6	Abgabedokument und Abgabedaten	86
8.4.5	Handlungskonzept	86
8.4.5.1	Ziel des Handlungskonzeptes	86
8.4.5.2	Vorgehensweise bei der Konzeptentwicklung	87
8.4.5.3	Schriftliches Handlungskonzept	87
8.4.5.4	Messnetzkonzept	88
8.5	Anhang Risikocheckliste	88



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl Starkregenereignisse mit relevanter bzw. erfasster Schadensfolge in den Kreisen / kreisfreien Städten Nordrhein-Westfalens seit Mitte der 1980er Jahre, Datenquelle: Erhebung im Auftrag des MULNV auf Basis von URBAS, Medienmeldungen, fachlichen Hinweisen und sonstiger Recherche	9
Abbildung 2: Niederschlagsverlauf (Messstation Hauptkläranlage Münster) am 28. Juni 2014 (Quelle: LANUV NRW)	10
Abbildung 3: Starkregenzelle über Münster – 24-stündige Niederschlagssummenkarte 28./29. Juli 2014 (Quelle: Meteogroup)	11
Abbildung 4: Starkregenereignis in Wachtberg in 2010 (Quelle: Hydrotec)	12
Abbildung 5: Abgrenzung zum Überflutungsschutz im Kanalwesen (LUBW 2016 – angepasst nach Scheibel 2017)	16
Abbildung 6: Überflutung durch Starkregen in Bielefeld (Umweltamt Bielefeld, 2016).....	17
Abbildung 7: Abgrenzung der Starkregengefahrenkarte zur Hochwassergefahrenkarte (LUBW 2016 - angepasst).....	18
Abbildung 8: Ausschnitt einer Hochwassergefahrenkarte aus einem Risikogewässerabschnitt in NRW.....	19
Abbildung 9: Darstellung eines Ortes in Kartenansicht (links) und als Schummerung des Geländes, um visuell Fließwege erkennen zu können (rechts).....	22
Abbildung 10: Messstellenübersicht NRW (Datenquelle: LANUV, Messstellenkonzept Niederschlag, 2013; G: Grundmessnetz; V: Verdichtungsmessnetz; S: Sondermessnetz)	26
Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung von KOSTRA-Daten (Intensität [mm]) für die Dauerstufe 1 Stunde, Jährlichkeit: 100 a; Auswertzeitraum: „Kalenderjahr“ (Quelle: DWD KOSTRA 2010R).....	28
Abbildung 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte nach Mindestempfehlungen für das Szenario 2 (Quelle: Hydrotec)	33



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Empfohlene Überflutungs- und Überstauhäufigkeiten (aus DWA M 119, Tab. 1, 11/2016).....	15
Tabelle 2:	Vergleich topografischer und hydraulischer Gefährdungsanalysen	24
Tabelle 3:	Musterlegende für die Darstellung der Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Starkregengefahrenkarten	33
Tabelle 4:	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen.....	34
Tabelle 5:	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten.....	35
Tabelle 6:	Liste kritischer Bereiche und Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (LUBW, 2016)	41
Tabelle 7:	Empfohlene Überstauhäufigkeiten „Neuplanung/Sanierung“ und „Bestand“ nach DWA-A 118 (2006) und ATV-DVWK (2004).....	76



Abkürzungsverzeichnis

2D-Modellierung	Hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
DGM	Digitales Geländemodell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DWD	Deutscher Wetterdienst
EU-HWRM-RL	EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
FöRL HWRM/WRRL	Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie
GIS	Geografisches Informationssystem
HKC	HochwasserKompetenzCentrum
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
LWG	Landeswassergesetz NRW
MHKGB	Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung
MULNV	Ministerium für Umwelt, Landschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
WHG	Wasserhaushaltsgesetz



1 Starkregenrisikomanagement in NRW

Starkregenereignisse im Sinne dieser Arbeitshilfe 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.

Die „Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement“ hat das Ziel, den verantwortlichen Entscheidungsträgern der Kommunalverwaltung landesweit einheitliche Hilfestellungen und Grundlagen zur Aufstellung eines kommunalen Konzepts zum Starkregenrisikomanagement zur Verfügung zu stellen. Die Arbeitshilfe 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 beispielsweise 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 integrierten (ganzheitlichen) Managementkonzept gehören außerdem Maßnahmen zur Erweiterung des Risikobewusstseins, die umfassende Information und Beratung der potenziell betroffenen Bürger sowie die Anpassung und Verbesserung der Einsatzplanung für den Ernstfall.

Die vorliegende Arbeitshilfe beruht auf dem 2016 in Baden-Württemberg erschienen Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“. Sie orientiert sich weiterhin 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).

Die Arbeitshilfe bietet die Grundlage für ein landesweit einheitliches Vorgehen im Starkregenrisikomanagement und ist die Basis für eine Förderung nach der aktuellen Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen der Wasserwirtschaft für das Hochwasserrisikomanagement und zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie - FöRL HWRM/WRRL, Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz vom 11. April 2017).

Es kann aus Kosten- und Qualitätsgründen sowie örtlichen Gegebenheiten sinnvoll sein, die Untersuchungen zum Starkregenrisikomanagement als Kooperationsprojekt zusammen mit benachbarten Kommunen für Einzugsgebiete durchzuführen.



1.1 Starkregenereignisse in NRW

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).

Auch in Nordrhein-Westfalen waren in den Sommern der vergangenen Jahre viele Kommunen von Starkregenereignissen und urbanen Sturzfluten betroffen. Besonders große Schäden traten bei Unwettern in Münster (Juli 2014), Wachtberg (Juli 2010, Juni 2013 und Juni 2016), Düsseldorf (Juni 2016) und Wuppertal (Mai 2018) auf.

Die folgende Abbildung 1 zeigt eine Zuordnung von Niederschlagsereignissen in den Jahren 1980 bis 2016 zu den Kreisen und kreisfreien Städten in Nordrhein-Westfalen ohne Niederschlagsmengen und -dauern. Die Daten für die Abbildung wurden im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) auf Basis von URBAS (Projekt „Urbane Sturzfluten“), Medienmeldungen, fachlichen Hinweisen und sonstiger Recherche erhoben. Gezählt wurden Ereignisse, die infolge von Schäden den Fachbehörden bekannt sind oder in den Medien genannt wurden sowie infolge hoher gemessener Intensitäten entsprechend vergleichbar zuzuordnen sind. In der Abbildung sind somit nur bekannte/medienwirksame Ereignisse aus der Vergangenheit dargestellt, es handelt sich nicht um eine vollständige Darstellung aller vergangenen Ereignisse. Was aber deutlich wird ist, dass Starkregenereignisse in allen Regionen Nordrhein-Westfalens aufgetreten sind. Auch in Zukunft kann jede Kommune von Starkregenereignissen betroffen sein.

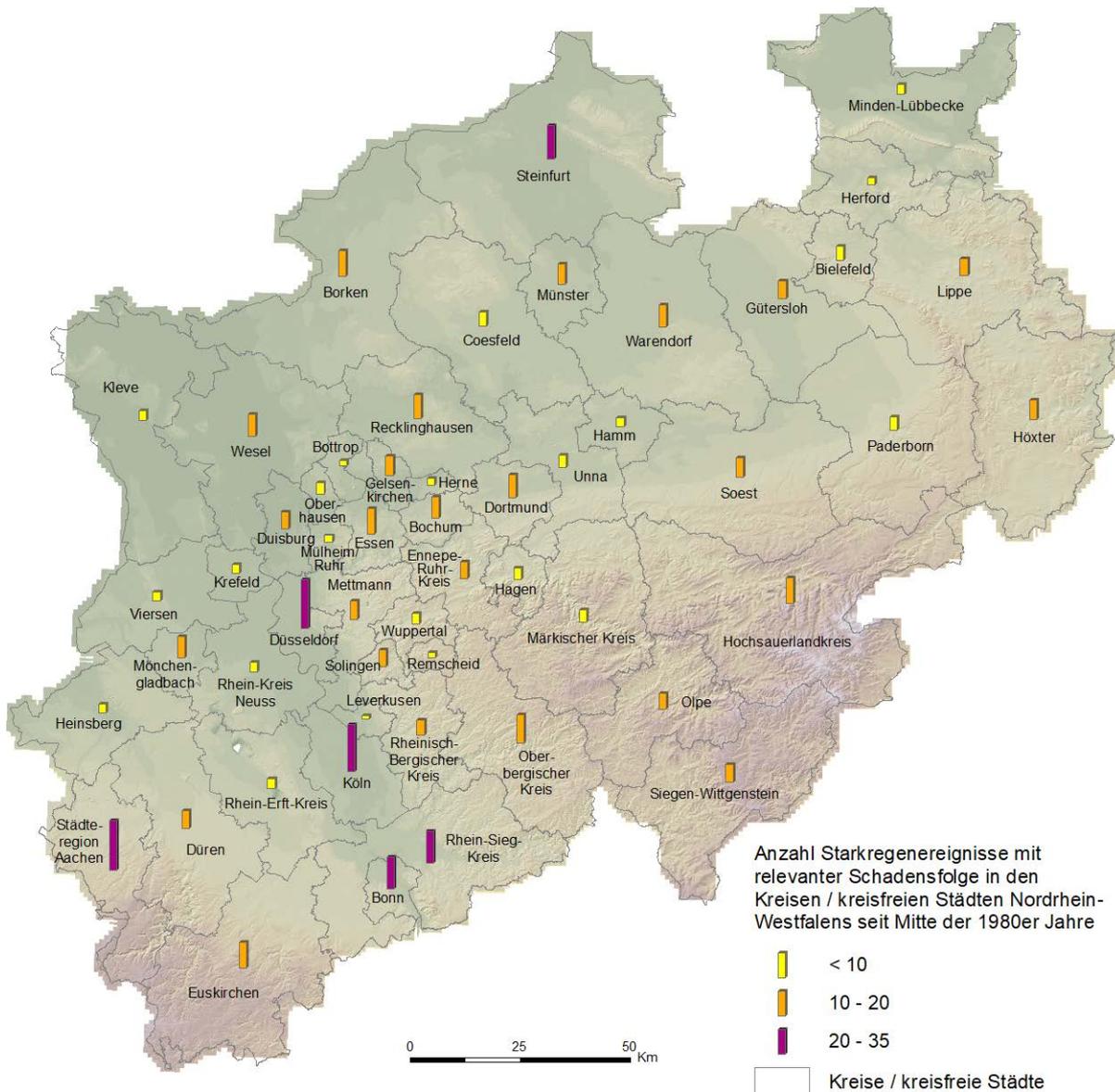


Abbildung 1: Anzahl Starkregenereignisse mit relevanter bzw. erfasster Schadensfolge in den Kreisen / kreisfreien Städten Nordrhein-Westfalens seit Mitte der 1980er Jahre, Datenquelle: Erhebung im Auftrag des MULNV auf Basis von URBAS, Medienmeldungen, fachlichen Hinweisen und sonstiger Recherche

Starkregen sind gekennzeichnet durch extrem kurze Vorwarnzeiten sowie eine unsichere Warnlage. Aufgrund der zeitlich und räumlich hoch variablen Niederschlagsverteilung können alle Regionen von Starkregen betroffen sein. Starkregen wirken sich zum Teil abseits und unabhängig von Gewässern aus. Über die Kanalnetze kann zwar eine gewisse Regenmenge abgeführt werden, allerdings übersteigen diese Ereignisse in den meisten Fällen die Bemessungsgrenze der Kanalnetze. Bedingt durch die hohen Niederschlagsintensitäten fließen große Anteile des Niederschlags wild oberirdisch ab und nutzen Wege, Straßen und Einschnitte im Gelände als Abflusswege. Das Wasser sammelt sich am tiefsten Punkt. 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 (zum Beispiel Holz, Heu- und Silageballen etc.) und erodierte Materialien (z. B. Boden, Geröll etc.) mit sich reißen. Dieses Material sammelt sich an Verrohrungseinläufen, Verrohrungen, Brücken, Stegen, Zäunen oder Rechen, wodurch Abflusshindernisse und damit potenzielle Gefahrenpunkte entstehen. Durch den Rückstau an diesen Verkläuerungen wird das umliegende Gelände überflutet und es kann zu weiteren schweren Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen bis hin zur Gefährdung der menschlichen Gesundheit 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, wie z. B. in Münster 2014.

Münster, 28. Juli 2014

Michael Grimm, Leiter des Tiefbauamts Münster, und Prof. Helmut Grüning, FH Münster, beschreiben das Regenereignis in einem Fachartikel (Grüning et al., 2015) wie folgt:

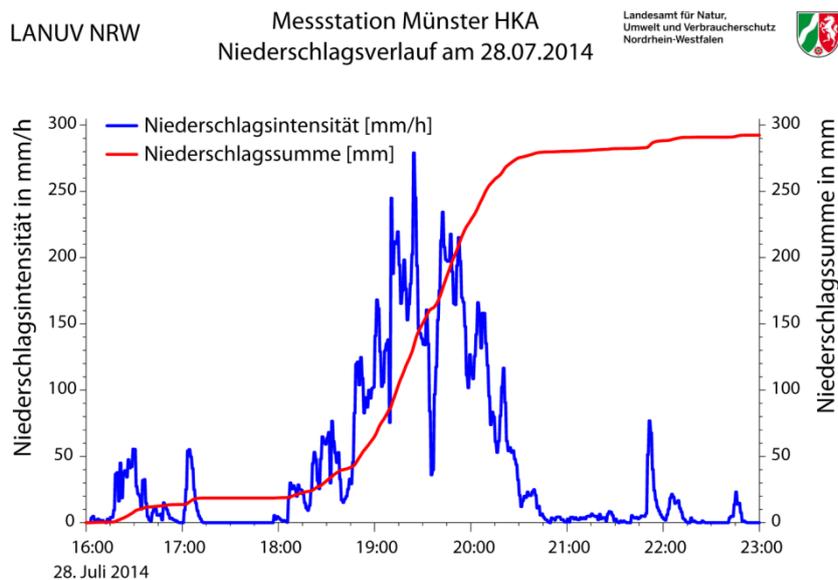


Abbildung 2: Niederschlagsverlauf (Messstation Hauptkläranlage Münster) am 28. Juni 2014 (Quelle: LANUV NRW)

"Am Abend des 28. Juli 2014 fielen im Stadtgebiet von Münster innerhalb von 7 Stunden etwa 300 mm Niederschlag (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 3). Nach Angabe des Landesumweltamtes NRW (LANUV) handelte es sich hierbei um maximale in Deutschland gemessene Werte. ... Das Unwetter führte im gesamten Stadtgebiet, mit Ausnahme des westlichen Stadtteils Roxel, temporär zu zahlreichen Überflutungen. Keller und Straßenunterführungen standen innerhalb von Minuten unter Wasser. Besonders betroffen waren alle Niederungen und Siedlungsbereiche in unmittelbarer Gewässernähe. In diesen Gebieten traten besonders massive Schäden auf, da in etlichen Gebäuden nicht nur die Kellerräume, sondern das komplette Erdgeschoß überflutet wurde. ... Die Schadensbilanz ist dramatisch. Besonders tragisch ist der Tod zweier Menschen. ... Das gesamte Schadensausmaß wird mehrere hundert Millionen Euro ausmachen. Besonders betroffen sind einzelne Gebäude mit Schäden in einer Höhe von jeweils über 100 000 Euro, ..."

...

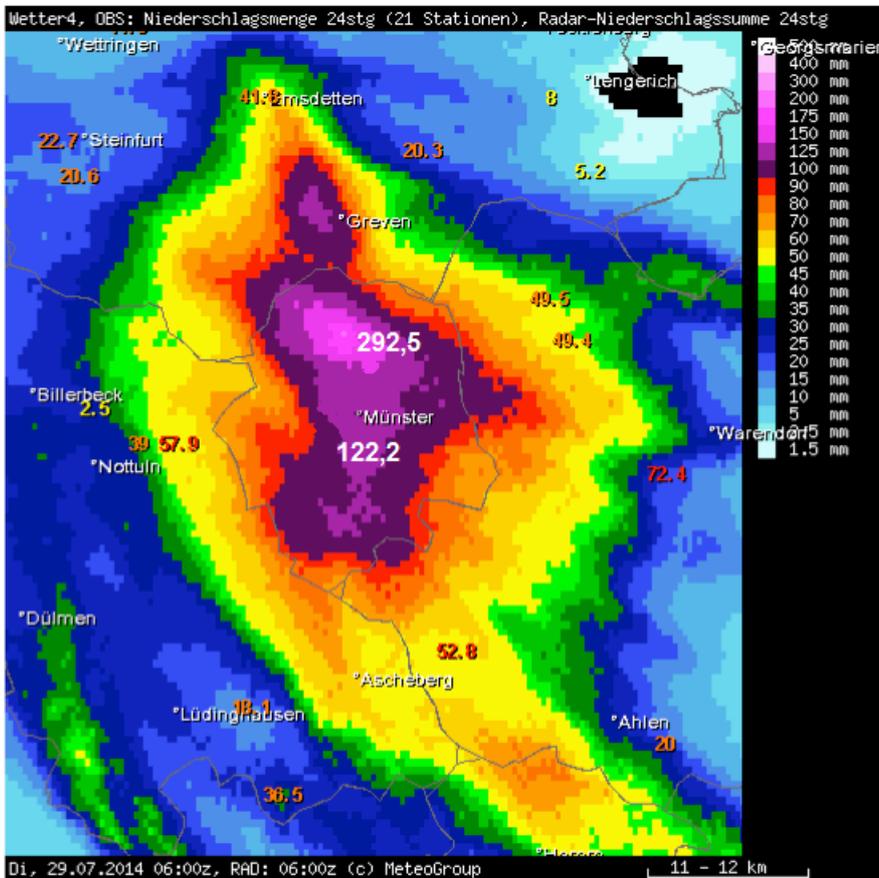


Abbildung 3: Starkregenzelle über Münster – 24-stündige Niederschlagssummenkarte 28./29. Juli 2014
(Quelle: Meteogroup)

In einigen Fällen fließen die Niederschlagsmengen in Gewässer ab und verursachen durch ein über die Ufertreten der Oberflächengewässer Überschwemmungen.

Typische Schäden bei Starkregenereignissen sind Schäden durch Wassereintritt in Gebäude, Schäden an der Bausubstanz und Tragstruktur von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen, wie z. B. in Wachtberg 2016. 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.



Wachtberg, 4. Juni 2016



Abbildung 4: Starkregenereignis in Wachtberg in 2010
(Quelle: Hydrotec)

Zitat aus der Bonner Rundschau vom 6.6.2016:

"Die Auswirkungen waren noch gravierender als das Ereignis im Sommer 2010", bilanzierte Bürgermeisterin Renate Offergeld. „Vier Brücken sind so stark beschädigt worden, dass Neubauten erforderlich werden. ... In den Wachtberger Höhenlagen gingen am Samstag innerhalb von weniger als zwei Stunden stellenweise über 100 Liter Regen pro Quadratmeter nieder. Die Gewitterzelle war mit 30 Kilometern Länge und nur zehn Kilometern Breite sehr klein. Der Mehlemer Bach stieg als Folge der Regenfälle in 90 Minuten von 20 Zentimeter auf über 1,60 Meter an." (Bierlein, 2017)

Die Vorhersage lokaler Starkregenereignisse ist bedingt durch die Kleinräumigkeit der Niederschlagszellen nur sehr ungenau möglich. Die Unwetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sind daher nur als Vorwarnwerkzeug geeignet. Gerade diese Unsicherheiten über Gefährdungsorte und die kurzen Reaktionszeiten erschweren geeignete Vorsorgemaßnahmen und bedürfen einer sorgfältigen Vorbereitung. Ein weiterer Faktor, der die Vorsorge erschwert, ist das vielfach geringe Risikobewusstsein der Kommunen und der Bevölkerung. Da Überflutungen durch Starkregen auch abseits von Gewässern erfolgen können, fehlen offensichtliche Gefährdungs- und Risikoindikatoren. Besonders gefährlich ist der Aufenthalt in tiefer gelegenen Räumen wie Keller, Souterrainwohnungen und Tiefgaragen – es besteht die Gefahr des Ertrinkens und von Stromschlägen. Personen, die sich draußen aufhalten, sind gefährdet, da das fließende Wasser extreme Kräfte entwickeln und dabei Menschen und Gegenstände mitreißen kann. Autofahrer unterschätzen häufig die Wassertiefe vollgelaufener Unterführungen und Tunnel und bringen sich und ihre Mitfahrer dadurch in Gefahr.

Meist steigt das Bewusstsein erst nach einem Ereignis an, sinkt aber ohne regelmäßige Informations- und Aufklärungsmaßnahmen relativ schnell wieder ab. Die Kommune sollte daher durch die entsprechenden Informationsangebote für ein verbessertes Risikobewusstsein der Bevölkerung sorgen. Auch Beratungsangebote z. B. der Verbraucherzentralen oder des HochwasserKompetenzCentrum (HKC) e.V. u.a. leisten einen wichtigen Beitrag.



1.2 Ziel der Arbeitshilfe

Die Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ bietet praxisorientierte Hilfestellungen für die kommunalen Fachplaner und Entscheidungsträger in Nordrhein-Westfalen. Mit dieser Arbeitshilfe erhalten die Verantwortlichen in den Behörden Hintergrundinformationen und Hilfestellungen für mögliche Vorgehensweisen, 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 integrierten Handlungskonzept die größtmögliche Wirksamkeit in Bezug auf die Risikominimierung zu erreichen. Daher sollten Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Starkregen konzeptionell und gesamtschaulich von den Kommunen geplant und koordiniert werden.

Somit ist das kommunale Hochwasserrisikomanagement als kommunale Gemeinschaftsaufgabe zu verstehen. Der Umgang mit Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten bedarf einer ganzheitlichen Strategie, welche die lokalen Akteure bei der Erarbeitung und Umsetzung von Konzepten zur Überflutungsvorsorge, -bewältigung und -nachsorge im Falle von Starkregenereignissen zusammenbringt, koordiniert und unterstützt. Eine Übersicht über Zuständigkeiten und Ansätze der fachübergreifenden Zusammenarbeit innerhalb der Kommune bietet der Praxisleitfaden „Hochwasser- und Überflutungsschutz. Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung zum Hochwasserrisikomanagement“ (Kommunal Agentur NRW, 2015).

1.3 Verantwortlichkeiten

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. Darüber hinaus haben die Kommunen aber auch eine Vorsorgepflicht gegenüber ihren Bürgern. In diesem Sinne gehören neben der Vorsorge auch die Gefahrenabwehr und die Informationsversorgung der Bevölkerung sowie der ansässigen Wirtschaft hinsichtlich der Starkregengefahr zu den Aufgaben der Kommunen. 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 Überflutungen durch Starkregen ist nicht möglich. Allerdings kann durch geeignete Vorsorgemaßnahmen das Schadenspotenzial beziehungsweise die Gefährdung verringert werden. Seit einigen Jahren findet dabei ein Umdenken statt: Weg vom Schutzversprechen der öffentlichen Hand hin zum bewussten Umgang mit dem (Überflutungs-) Risiko (Schmitt, 2011). Neben dem bisherigen Fokus auf technische Schutzmaßnahmen müssen verstärkt auch andere Maßnahmenfelder des Risikomanagements zur Minderung bestehender Risiken genutzt werden. Dieser Strategiewechsel erfordert ein entsprechend angepasstes Agieren der Kommunen und ihrer Verwaltung sowie der betroffenen Bevölkerung.

In Nordrhein-Westfalen gibt es bereits zahlreiche Projekte, die sich mit den Risiken aus Starkregen auseinandersetzen und Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Risiken erproben. Zu nennen sind hier beispielhaft:

- die Kampagne „Stark gegen Starkregen“ des Lippeverbandes
- das „Netzwerk Hochwasser und Überflutungsschutz“ der Kommunalagentur NRW
- die Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“ der Emschergenossenschaft
- die Broschüre "Hochwasser und Starkregen - Gefahren - Risiken - Vorsorge und Schutz" des HKC

Weitergehende Informationen zu diesen Projekten sind in Anhang 8.2 zusammengestellt.

1.4.1 Aufgaben und Grenzen des kommunalen Überflutungsschutzes (Siedlungsentwässerung)

Niederschlagswasser, das im Bereich bebauter oder befestigter Flächen gesammelt abfließt, ist gemäß § 54 Abs. 1 WHG als Abwasser definiert und somit von den Kommunen als Abwasserbeseitigungspflichtige (§ 46 Abs. 1 Landeswassergesetz NRW (LWG)) bei der Bemessung der Kanalisation für die Lastfälle Überstau (Vollfüllung der Kanalisation und Einstau bis zur Gelände-/Straßenoberkante) und Überflutung zu berücksichtigen. Die einzuhaltenden Anforderungen ergeben sich aus DIN EN 752 in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118. Die einzuhaltenden Anforderungskriterien für die Lastfälle Überstau und Überflutung werden in Abhängigkeit von der Örtlichkeit und der Flächennutzung/Siedlungsstruktur festgelegt. Hierbei wird zwischen ländlichen Gebieten, Wohngebieten, Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebieten sowie unterirdischen Verkehrsanlagen und Unterführungen unterschieden (vergleiche Tabelle 1).



Tabelle 1: Empfohlene Überflutungs- und Überstauhäufigkeiten (aus DWA M 119, Tab. 1, 11/2016)

Örtlichkeit/Flächennutzung	Überflutungshäufigkeit ¹⁾	Überstauhäufigkeit	
	Entwurf/Neuplanung	Entwurf/Neuplanung	Bestehende Systeme ²⁾
	1-mal in „n“ Jahren		
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 ³⁾	1 in 5

Anmerkungen:
¹⁾ Empfohlene Werte für Entwurf/Neuplanung nach DIN EN 752:2017.
²⁾ Werte als „Mindestleistungsfähigkeit“ bestehender Systeme nach ATV-DVWK (2004) – Nachweis eines überstaufreien Betriebs.
³⁾ Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände in der Regel unmittelbar eine Überflutung miteinhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen.

Für den Nachweis der Überstaufreiheit sind Jährlichkeiten von ein bis fünf Jahren, in Einzelfällen auch 10 Jahren vorgesehen. Ziel der Bemessung ist der Nachweis der Überstaufreiheit der Kanalisation (Einstau sowie Völlfüllung der Kanalisation, zumeist bis zur Gelände-/Straßenoberkante).

Bei selteneren Niederschlagsereignissen mit Jährlichkeiten zwischen 10 bis 30 Jahren, in Einzelfällen auch 50 Jahren, kann die Kanalisation noch einen gewissen Einfluss auf die Überflutungssituation an der Oberfläche haben und gegebenenfalls mengenmindernd bei der Überflutungsrechnung berücksichtigt werden. Bei extremen Niederschlagsereignissen mit Jährlichkeiten größer 50 Jahren spielt der Kanalabfluss in der Regel keine Rolle mehr. Spätestens an dem Punkt hat das Kanalsystem seine Leistungsfähigkeit erreicht, zusätzliche Wassermengen können nicht mehr in die Kanalisation eintreten. Ggf. kann es bereits im Vorfeld zu ersten Oberflächenabflüssen kommen. Der Gebietsabfluss findet entsprechend überwiegend an der Oberfläche statt.



Abgrenzung zum Überflutungsschutz im Kanalwesen

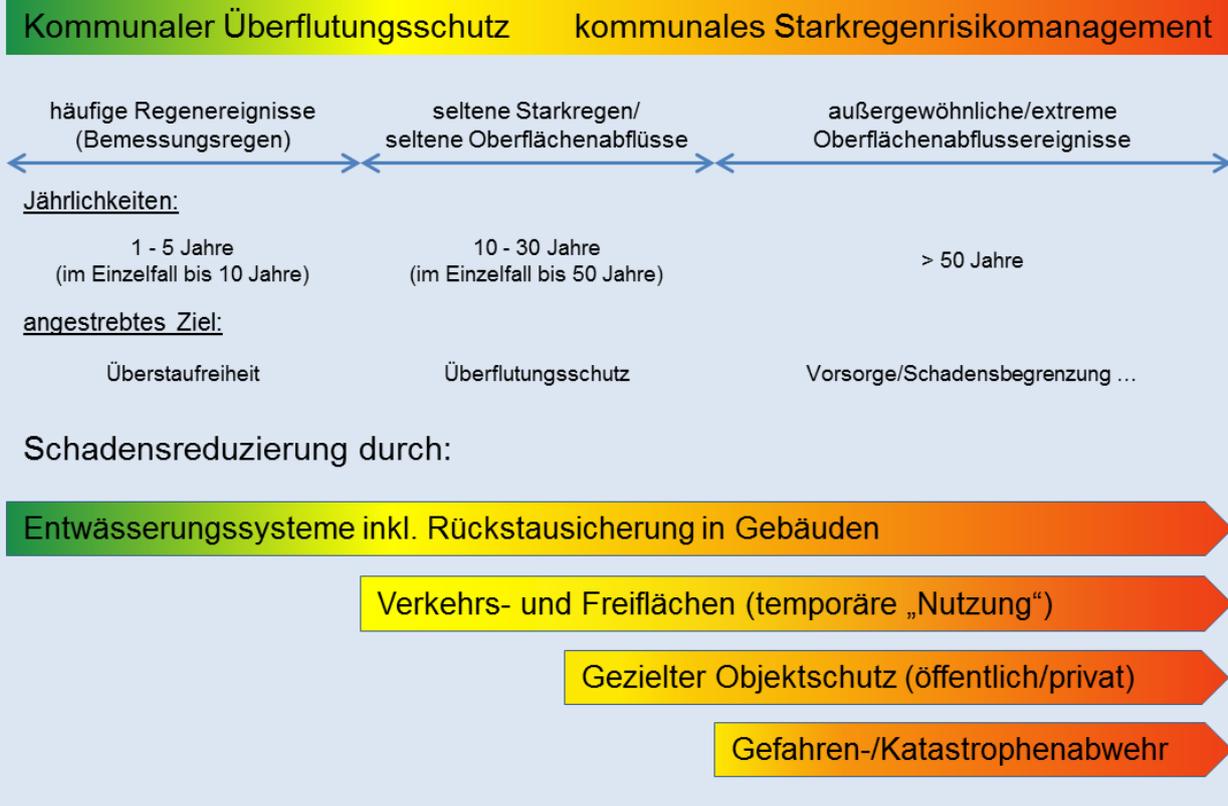


Abbildung 5: Abgrenzung zum Überflutungsschutz im Kanalwesen (LUBW 2016 – angepasst nach Scheibel 2017)

Grundsätzlich sind die Abwasserbeseitigungspflichtigen nicht dazu verpflichtet, die Kanalisation für extreme Niederschlagsereignisse auszulegen. Eine Dimensionierung der Kanalisation gem. der oben benannten Häufigkeiten ist ausreichend. Der Ausbau bestehender Entwässerungssysteme kann im Einzelfall sinnvoll sein, gewährleistet aber alleine im Regelfall keine umfassende Überflutungssicherheit.

Es obliegt den Abwasserbeseitigungspflichtigen, auf freiwilliger Basis auch Planungen über die schadlose Ableitung größerer, im Regelwerk bisher nicht verbindlich vorgeschriebener Jährlichkeiten hinaus, zu entwickeln und umzusetzen. Die Grundlage derartiger Überlegungen sollte eine Schadens- und Risikoabschätzung bilden, die die Auswirkungen extremer Niederschlagsereignisse auf Personen und Sachgüter betrachtet sowie die Machbarkeit konkreter Maßnahmen beleuchtet.

Weiterhin kann aber auch im Einzelfall bei Jährlichkeiten, die nur in geringem Umfang über das im Regelwerk geforderte Maß hinausgehen, eine bauliche oder betriebliche Anpassung der Kanalisation sinnvoll sein.

Dabei zeigt sich allerdings häufig, dass die alleinige Anpassung der bestehenden Entwässerungssysteme nicht zielführend ist. Vielmehr ist eine ganzheitliche Betrachtung der Siedlungsflä-

chen im Zusammenspiel von Stadtplanung, Entwässerungsplanung und Krisenmanagement erforderlich. Eine ausführliche Darstellung der Anforderungen an den kommunalen Überflutungsschutz und der Möglichkeiten für Kommunen und Privathaushalte ist in Anhang 8.3.1 zu finden.

1.4.2 Abgrenzung zur Überflutung aus Gewässern

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



Abbildung 6: Überflutung durch Starkregen in Bielefeld (Umweltamt Bielefeld, 2016)

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 zum Tiefpunkt hin (Abbildung 6). 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.

Für Überflutungen aus Gewässern wurden im Rahmen der Umsetzung der EU-HWRM-RL landesweit durch die Bezirksregierungen Hochwassergefahrenkarten erstellt und veröffentlicht (siehe www.flussgebiete.nrw.de Menüpunkt Hochwassergefahrenkarten/Hochwasserrisikokarten). Die Hochwassergefahrenkarten basieren auf statistischen, hydrologischen Abflusskennwerten, die speziell für ein Gewässer ermittelt werden. In der Regel werden in NRW Niederschlag-Abfluss-Modelle dafür verwendet. Durch eine hydraulische Modellierung und unter Verwendung von geografischen Informationssystemen (GIS) kann die Ausuferung und die Überflutung für ausgewählte Jährlichkeiten für ein Gewässer bestimmt und dargestellt werden. In NRW werden die Hochwassergefahrenkarten für folgende Szenarien erstellt:

- $HQ_{\text{häufig}}$: ein Hochwasser, das im Mittel alle 10 bis 20 Jahre auftritt
- HQ_{100} : ein Hochwasser, das im Mittel alle 100 Jahre auftritt
- HQ_{extrem} : ein extremes Hochwasser, das im Mittel seltener als alle 100 Jahre auftritt (sogenanntes „Jahrtausendhochwasser“)

Während in den Hochwassergefahrenkarten die Überflutungsbereiche für Abflüsse definierter Jährlichkeiten abgebildet sind, zeigen Starkregengefahrenkarten die Ergebnisse aus Simulationen von verschiedenen Oberflächenabflussszenarien, denen keine entsprechenden Jährlichkeiten oder Wiederkehrzeiten zugeordnet werden können (Abbildung 7).

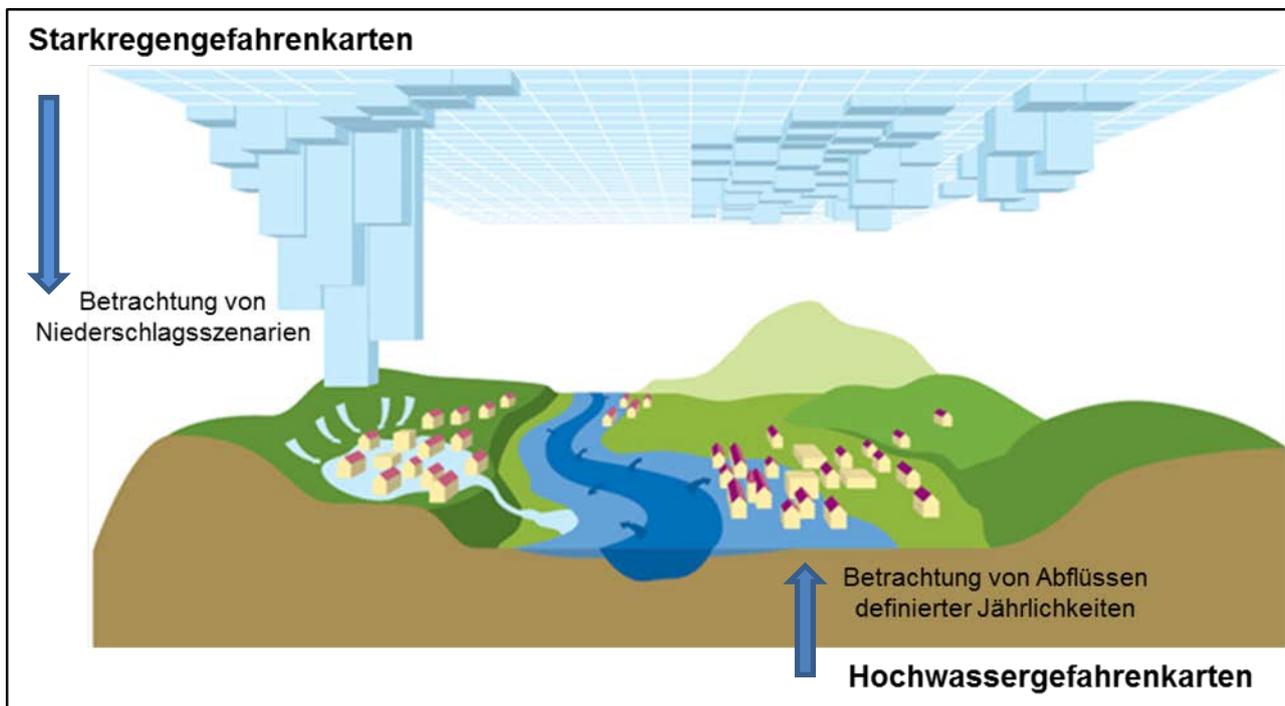


Abbildung 7: Abgrenzung der Starkregengefahrenkarte zur Hochwassergefahrenkarte (LUBW 2016 - angepasst)

Hochwassergefahrenkarten werden federführend durch die Bezirksregierungen für bestimmte Gewässer erstellt, während die Starkregengefahrenkarten im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements von den Kommunen erstellt werden sollten.

Auswirkungen durch unkontrollierte Oberflächenabflüsse bei Starkregeneignissen können systembedingt in den gewässerbezogenen Hochwassergefahrenkarten des Landes nicht dargestellt werden.

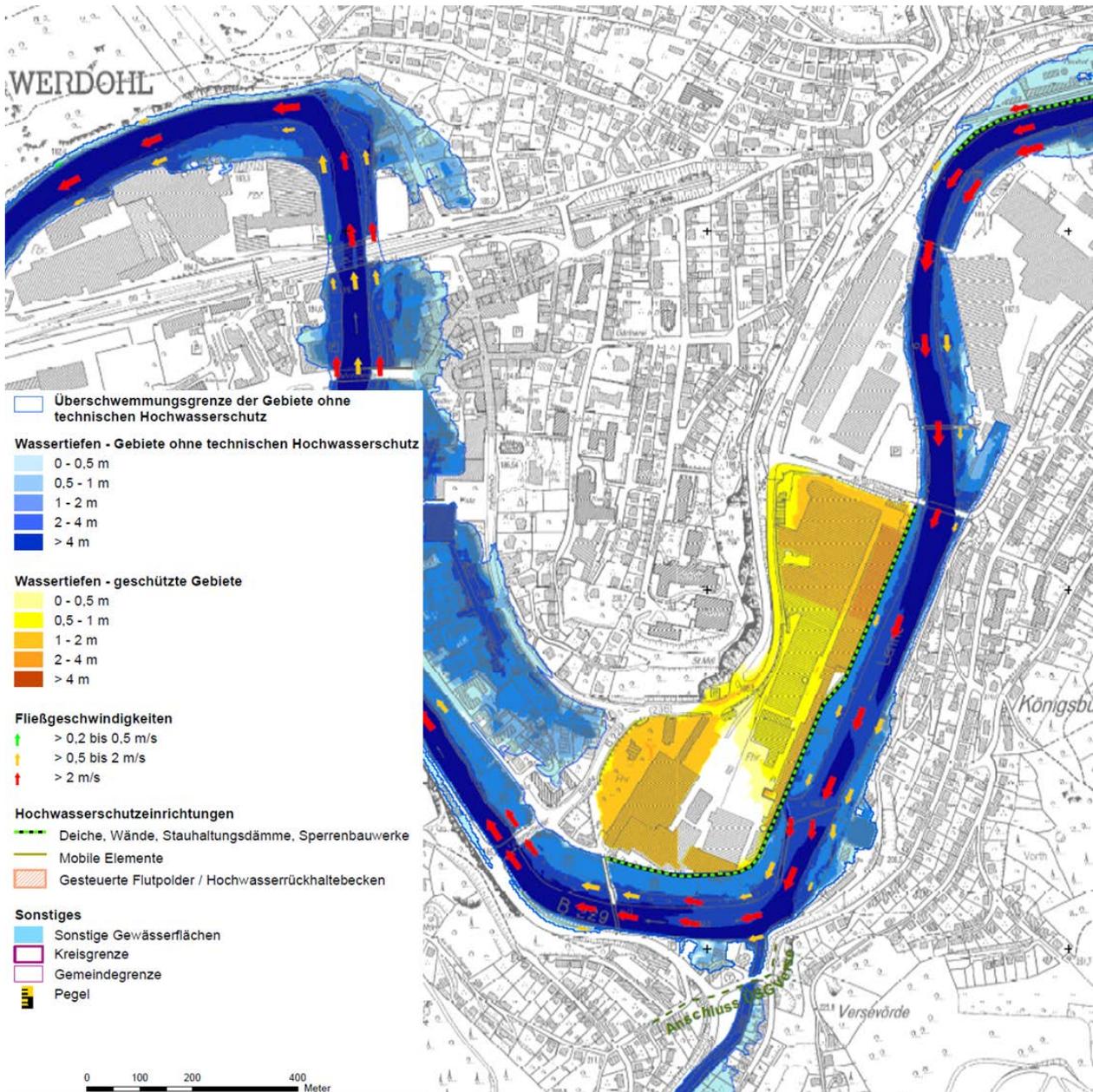


Abbildung 8: Ausschnitt einer Hochwassergefahrenkarte aus einem Risikogewässerabschnitt in NRW



Fazit

- Starkregen sind in den letzten Dekaden in Deutschland und Nordrhein-Westfalen gehäuft aufgetreten.
- Dieser Trend wird sich in Zukunft wahrscheinlich fortsetzen.
- Behörden, Wasserwirtschaftsverbände und Kommunen haben erste Schritte zur Verbesserung der Vorsorge unternommen.
- Hochwassergefahrenkarten und Starkregengefahrenkarten beruhen auf unterschiedlichen Ermittlungsansätzen.
- Hochwassergefahrenkarten zeigen die Ausuferung von oberirdischen Gewässern für $HQ_{\text{häufig}}$, 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 (s. auch Kapitel 2) angegeben werden.
- Hochwassergefahrenkarten werden federführend durch die Bezirksregierungen für bestimmte Gewässer erstellt, während die Starkregengefahrenkarten im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements von den Kommunen erstellt werden sollten.



1.5 Vorgehensweise zur Aufstellung eines Starkregenrisikomanagements

Generell kann das Risiko durch Starkregen als Kombination von Gefahrenpotenzial oder Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder Schadenspotenzial definiert werden. Um ein Risiko zu mindern, können sowohl bauliche Maßnahmen, welche das Wasser ableiten oder zurückhalten, als auch Vorsorgemaßnahmen, die das Schadenspotenzial reduzieren, ergriffen werden. Ein effektives und integriertes Starkregenrisikomanagement beinhaltet in der Regel beide Aspekte.

In der Arbeitshilfe wird den Kommunen ein standardisiertes Vorgehen zur Risikominderung dargestellt: Es werden die Vorgehensweisen zur Erstellung von Starkregengefahrenkarten und Überflutungsanalysen (Kapitel 2), der Risikoanalyse (Kapitel 3) sowie die Erstellung eines Handlungskonzeptes (Kapitel 4) beschrieben. Die Qualitätsstandards und technischen Randbedingungen für diese Analyseschritte werden vorgestellt. Weiterhin liefert die Arbeitshilfe einen Überblick zu kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen (Kapitel 5). Außerdem wird die Möglichkeit zur Förderung gemäß der aktuellen Förderrichtlinie zur Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie vom 11. April 2017 (FöRL HWRM/WRRL) beschrieben (Kapitel 6). Die Mindestanforderungen an den Inhalt von Gutachten zum Starkregenrisikomanagement sind in Anhang 8.4 aufgeführt.

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 Hinweise zu den Fließgeschwindigkeiten bei Starkregenereignissen unterschiedlicher Intensitäten dargestellt, um kritische Bereiche und gefährdete Objekte zu identifizieren (Kapitel 2).

2 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 (s. auch Tabelle 2):

1. die **vereinfachte Gefährdungsabschätzung** auf Basis der Geländestruktur (Fließwege, Mulden, Visualisierung des Geländemodells), der Bebauung und ggf. Erfahrungen mit abgelaufenen Ereignissen. Diese Gefährdungsabschätzung dient als Vorbereitung für erste Gespräche zwischen Kommune und Bezirksregierung zur Feststellung der Förderfähigkeit.
2. die **topografische Gefährdungsanalyse** mithilfe von GIS zur Ermittlung von Fließwegen, Mulden und potenziell betroffenen Bereichen.
3. die **detaillierte hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung** mit Überflutungssimulation für ausgewählte Bereiche mit hohem Schadenspotenzial.

Zu 1.: Die **vereinfachte Gefährdungsabschätzung** kann als Voruntersuchung bzw. zur Schwerpunktbildung für weitergehende Untersuchungen dienen. Häufig wird sie auch im Nachgang zu einem Ereignis durchgeführt. Sie besteht aus der vereinfachten, i. d. R. visuellen Analyse des Geländes bzw. von Geländebildern (z. B. Schummerungsdarstellung des Geländemodells, s. Beispiel Abbildung 9) und ggf. der Kartierung bisheriger Schäden und der Identifikation weiterer Gefährdungsbereiche, basierend auf dem lokalen Wissen. Die Schummerungsdarstellung des digitalen Geländemodells (DGM) ist unter www.elwasweb.nrw.de frei zugänglich.



Abbildung 9: Darstellung eines Ortes in Kartenansicht (links) und als Schummerung des Geländes, um visuell Fließwege erkennen zu können (rechts).

Die Genauigkeit und die Aussagekraft dieser Methode sind begrenzt. 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.

Zu 2.: Die **topografische Gefährdungsanalyse** basiert auf DGM, die mit entsprechenden GIS-Werkzeugen aufbereitet und ausgewertet werden. Es erfolgt eine rein topografische Analyse des Betrachtungsgebiets anhand von Höhendaten, sodass Fließwege und Geländesenken lokalisiert und in Karten visualisiert werden können. GIS-gestützte Analysen liefern unter anderem folgende Informationen:

- Höhenlinien in beliebiger Abstufung
- detaillierte Einzugsgebietsgrenzen (Wasserscheiden, Flächengrößen)
- Fließwege entlang der Tieflinien der Geländeoberfläche (Fließwegenetz)
- Lage und räumliche Ausdehnung von Geländesenken (inklusive potenzieller Wasserstände und Einstauvolumina)
- entlang der Fließwege summierte Einzugsgebietsfläche (ggf. nach Abflusswirksamkeit gewichtet)

Bei entsprechender Datenaufbereitung erlaubt es die GIS-Analyse, schnell und weitestgehend automatisiert potenzielle Gefährdungsbereiche wie Hauptfließwege und Geländesenken einzugrenzen und zu erkennen. Da ausschließlich oberflächenbezogene Betrachtungen stattfinden (der Einfluss des Kanalnetzes bleibt außer Acht), eignet sich diese Methode für Starkregenszenarien, bei denen die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes deutlich überschritten wird.

Zu 3.: Die **hydraulische Gefährdungsanalyse** (mit hydronumerischen instationären zweidimensionalen Modellierungen (2D-Modellierung)) ermöglicht eine detaillierte Ermittlung der Strömungsverhältnisse, der Geschwindigkeiten, der Fließrichtungen, der Wasserspiegellagen und der Überflutungstiefen bei Starkregen. Es werden hierfür verschiedene kommerzielle Softwareprodukte angeboten, die sich infolge der jeweiligen Berechnungsansätze hinsichtlich Aussagekraft und Genauigkeit unterscheiden. Ein pauschales Votum für ein Produkt ist hier nicht möglich, auch weil die Randbedingungen in den betrachteten Gebieten unterschiedlich sind, z. B. Flachland und Mittelgebirge.

Bedingt durch die stetige Weiterentwicklung von Rechnerleistungen und Speicherkapazitäten liegen die Unterschiede zwischen einer topografischen Gefährdungsanalyse mit GIS-Werkzeugen und einer hydronumerischen instationären zweidimensionalen Gefährdungsanalyse (bezüglich 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 2D-Modellierung die prioritär zu wählende Methode dar.

Zur Berechnung und Analyse der Überflutungssituation muss ein geeignetes Modellsystem von Starkregenstatistik, 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 Modellnetzes, basierend auf einem DGM und der Aufnahme lokaler, abflussbestimmender Objekte und Strukturen.



Zur Analyse der Überflutungsgefährdung wird im Rahmen der vorliegenden Arbeitshilfe ein gestuftes Vorgehen empfohlen. Basierend auf einer vereinfachten Gefährdungsabschätzung kann die topografische Gefährdungsanalyse aufzeigen, in welchen Teilgebieten durch eine hydraulische Analyse (Überflutungssimulation) das Maß der Überflutung für ein definiertes Szenario zu bestimmen ist.

Die folgende Tabelle 2 vergleicht topografisch und hydraulisch basierte Gefährdungsanalysen und stellt neben den jeweiligen Ergebnissen auch Vor- und Nachteile dar:

Tabelle 2: Vergleich topografischer und hydraulischer Gefährdungsanalysen

	Topografische Gefährdungsanalyse mit GIS	Hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung
Daten- grundlage	<ul style="list-style-type: none"> • Bestandsunterlagen • Topografische Daten, Geländemodell 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestandsunterlagen • Topografische Daten, Geländemodell • Ggf. Siedlungsentwässerungssystem • Ggf. Vermessungsdaten von Durchlässen oder wirksamen Längsstrukturen gegen Hochwasser etc.
Vorge- hensweise	<ul style="list-style-type: none"> • GIS-gestützte Analyse der Geländetopografie 	<ul style="list-style-type: none"> • hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung 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 die hydraulische Modellberechnung • 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 Aussagen zu Fließgeschwindigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehraufwand



	Topografische Gefährdungsanalyse mit GIS	Hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung
	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisaussagen sind trotz gut vermittelbarer kartografischer Darstellungsmöglichkeit nur vereinfacht 	

2.1 Eingangsgrößen

Für die Abflussbildung bei Starkregenereignissen spielen in erster Linie sommerliche, konvektive Starkniederschläge eine Rolle. Diese können so hohe Niederschlagsintensitäten erreichen, dass das Versickerungsvermögen bzw. die Infiltrationskapazität der Böden überschritten wird und es großräumig zu Oberflächenabfluss kommt. Hier sind v. a. die Verteilung, Höhe, Dauer und der zeitliche Verlauf des Niederschlags ausschlaggebende Faktoren.

Die Eingangsdaten für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten sind der maßgebende Niederschlag, das DGM und die Landnutzung sowie das Gewässersystem bzw. die Abflussrinnen, die sich infolge des Starkregens einstellen.

Für das Auftreten von Oberflächenabfluss ist zudem die Infiltrationsleistung der Böden relevant. Diese ist v. a. abhängig von Versiegelungsgrad, Landnutzung, Bodenart, Vorfeuchte, Jahreszeit und Makroporenausstattung. Bei der vereinfachten Gefährdungsabschätzung (s. Seite 22) wird eine Abminderung der Niederschlagsgröße infolge von Versickerung allerdings nicht angenommen.

2.1.1 Niederschlag

Niederschlagsgrößen werden in Nordrhein-Westfalen durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) bereitgestellt. Das LANUV betreibt hierzu ein eigenes Messnetz mit etwa 230 aktiven Messstellen. Ergänzend sind Messdaten von weiteren Betreibern (v.a. DWD, Wasserverbände und Kommunen) in der zentralen Datenhaltung des LANUV für Auswertungen verfügbar.

Auf Basis der Gesamtheit dieser Messstellenverfügbarkeit sind große Teile Nordrhein-Westfalens ausreichend für wasserwirtschaftliche Anwendungen bzgl. der Verfügbarkeit von Niederschlagsdaten abgedeckt.

Die folgende Abbildung 10 zeigt die räumliche Verteilung der oben angeführten Messstellen.

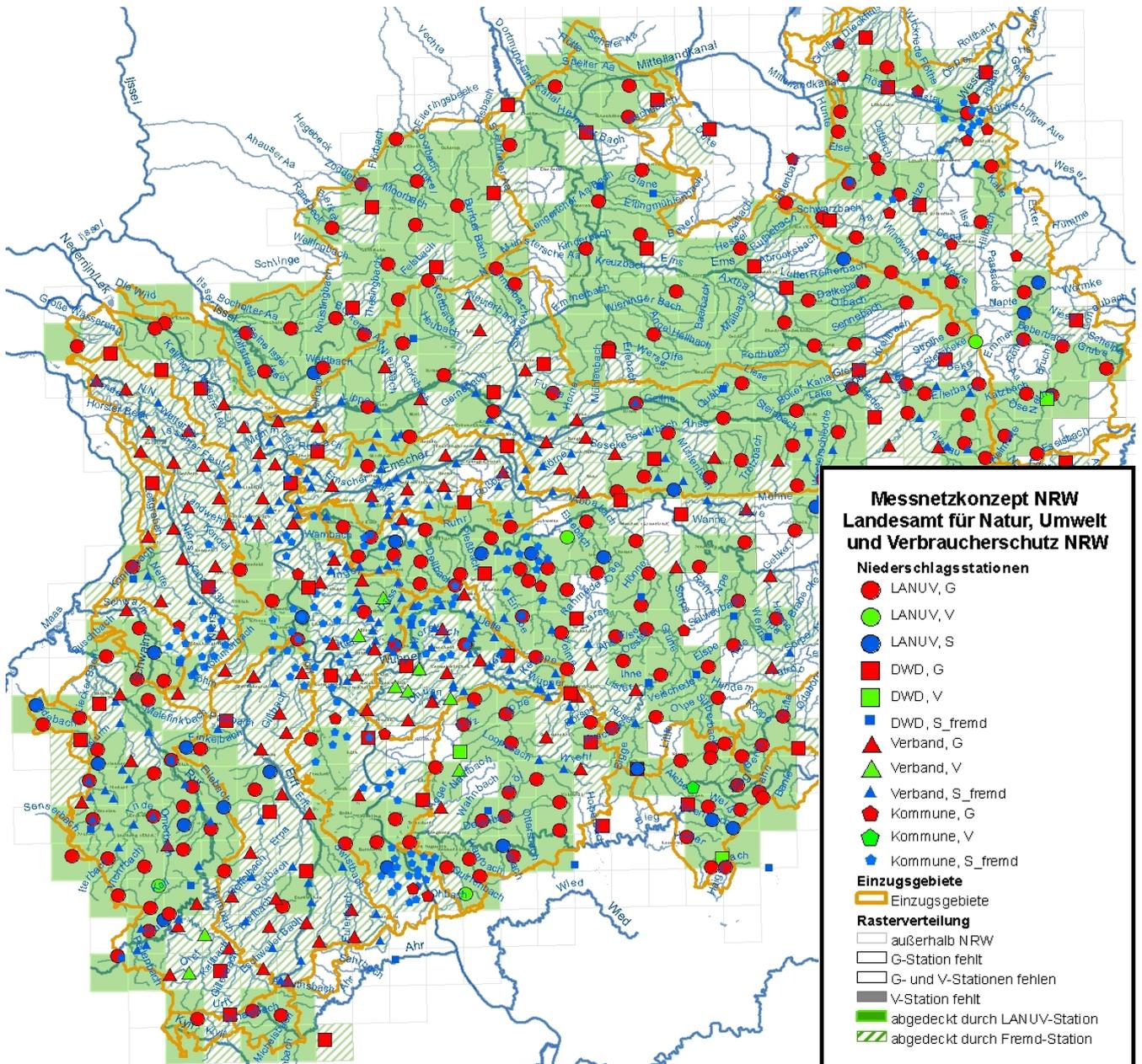


Abbildung 10: Messstellenübersicht NRW (Datenquelle: LANUV, Messstellenkonzept Niederschlag, 2013; G: Grundmessnetz; V: Verdichtungsmessnetz; S: Sondermessnetz)

Das LANUV stellt bereits heute Niederschlagsdaten in Form von Zeitreihen oder statistischen Werten auch für kommunale Aufgaben (Generalentwässerungsplanung, Kanalnetzberechnung etc.) zur Verfügung.

Der für „klassische“ siedlungswasserwirtschaftliche Aufgaben verwendete Starkregen von 15 Minuten Dauer bei einer Jährlichkeit von 2 bis 5 Jahren ergäbe für die hier anstehende Fragestellung zu wenig Abflussfülle, um die aus Starkregen/Sturzfluten resultierenden Schadensereignisse modellieren zu können. Dauerstufen von mehreren Stunden hingegen bringen in der Regel nicht die Intensität, das heißt der entstehende Abfluss kann sich über die Zeit verteilen.



Mit der Niederschlagsdauerstufe 1 Stunde können sowohl die kleinräumig infolge hoher Intensitäten entstehenden Abflussspitzen erfasst, als auch die sich in kleineren Gewässersystemen bildenden Sturzfluten modelliert werden. In Einzelfällen kann in Abstimmung mit der Bezirksregierung eine abweichende Dauerstufe gewählt werden.

Ergänzend wird den Kommunen empfohlen, ein weiteres seltenes Ereignis (Szenario 1) berechnen zu lassen, das zwar häufiger als ein 100-jährliches Ereignis auftritt, aber die Bemessung des Kanalnetzes noch deutlich überschreitet. Dies kann dazu beitragen, Diskussionen über eine unzureichende Dimensionierung des Kanalnetzes zu vermeiden. Mit Blick auf die Fließzeiten im Kanalnetz ist hier unter Umständen auch eine Dauerstufe abweichend von 1 Stunde sinnvoll. Dieses Szenario soll dazu dienen, im Dialog mit Stadtplanung, Stadtentwässerung, Feuerwehr u. a. Maßnahmen zur Schadensminderung zu entwickeln.

Aus diesen Annahmen ergeben sich die folgenden Szenarien im Sinne dieser Arbeitshilfe:

1. Szenario 1: ein seltenes Ereignis, das häufiger als o. a. 100-jährliches Ereignis auftritt, aber die Bemessung des Kanalnetzes noch deutlich überschreitet.
2. Szenario 2: ein außergewöhnliches Ereignis, welches regional differenziert durch ein statistisches Niederschlagsereignis (Dauer 1 Stunde) mit einer Jährlichkeit von 100 Jahren generiert wird und zu einem außergewöhnlichen Oberflächenabflussereignis führt.
3. Szenario 3: ein extremes Ereignis, welches durch ein extremes Niederschlagsereignis (90 mm in 1 Stunde) generiert wird und zu einem extremen Oberflächenabflussereignis führt.

Als Starkregenereignisse im Sinne dieser Arbeitshilfe werden Niederschlagshöhen gewählt, die der in der kommunalen Praxis häufig maßgebenden Dauerstufe 1 Stunde entsprechen und sich an der Eintrittswahrscheinlichkeit von 100 Jahren orientieren (Szenario 2) sowie ein pauschal gewähltes extremes Ereignis der Dauerstufe 1 Stunde in Höhe von 90 mm (Szenario 3).

Für das Szenario 2 stellt das LANUV die Eingangsdaten bereit. Maßgebend sind hier die Intensitäten, die sich regional für die Dauerstufe 1 Stunde und die Jährlichkeit von 100 Jahren ergeben. Datengrundlage dafür sind die Auswertungen auf Basis o. a. Stationen und die koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertung (KOSTRA-Auswertung) des DWD. Da nicht alle NRW-Stationen in die KOSTRA-Auswertung eingegangen sind, können im Einzelfall in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde bzw. dem LANUV die KOSTRA-Angaben durch Stationsauswertungen (z. B. kommunaler Niederschlagsstationen) ergänzt bzw. ersetzt werden.

Die folgende Abbildung 11 zeigt beispielhaft eine Darstellung aus dem digitalen KOSTRA-Atlas mit der räumlichen Verteilung der Intensität [mm] für die Dauerstufe 1 Stunde und die Jährlichkeit 100 Jahre für den Auswertzeitraum „Kalenderjahr“. Nordrhein-Westfalen zeigt für dieses Szenario 2 eine Intensitätsspanne von knapp 30 mm/h am unteren Niederrhein bis zu 60 mm/h in exponierten Mittelgebirgsregionen und etwa 65 mm/h im nördlichen Münsterland.



Raster der Wiederkehrintervalle für Starkregen (Bemessungsniederschläge) in Deutschland (KOSTRA-DWD 2010R)

Legende

— Grenze NRW

— Einzugsgebietsgrenzen

Dauerstufe 60min, Wiederkehrintervall 100a

- > 32.0 bis ≤ 36.0
- > 36.0 bis ≤ 40.0
- > 40.0 bis ≤ 45.0
- > 45.0 bis ≤ 50.0
- > 50.0 bis ≤ 55.0
- > 55.0 bis ≤ 60.0
- > 60.0 bis ≤ 70.0

0 10 20 30 40 50 60 km

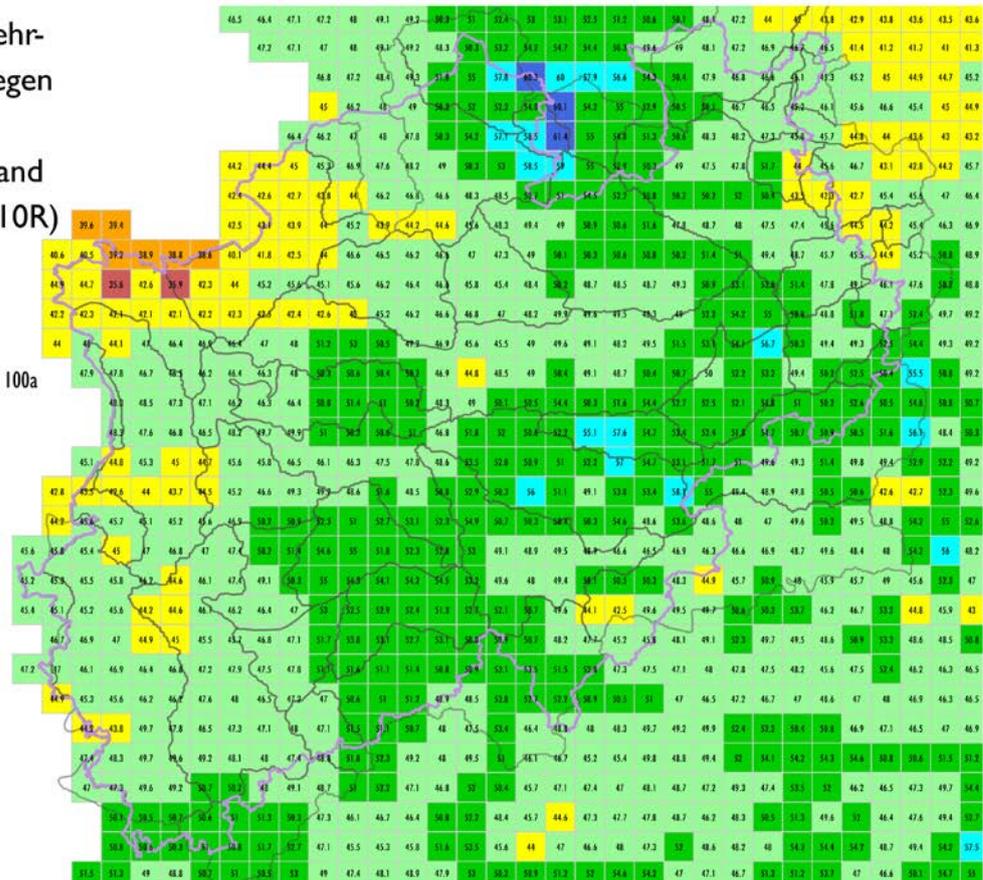


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung von KOSTRA-Daten (Intensität [mm]) für die Dauerstufe 1 Stunde, Jährlichkeit: 100 a; Auswertezeitraum: „Kalenderjahr“ (Quelle: DWD KOSTRA 2010R)

Aufgrund der Kombination von unterschiedlichen Modellparametern kann den Berechnungsergebnissen aus der Simulation der Oberflächenabflussszenarien unabhängig von der Einordnung der Eingangsdaten keine statistische Eintrittswahrscheinlichkeit oder Jährlichkeit zugeordnet werden, d. h. die Jährlichkeit des Niederschlagsereignisses ist ungleich der Jährlichkeit des resultierenden Abflussereignisses.

Die so erhaltenen Abflussgrößen dürfen außerhalb des Anwendungsbereichs der Überflutungsanalyse bei Starkregen nicht ohne weitere ingenieurmäßige Berechnungen für Bemessungen wasserwirtschaftlicher Anlagen oder gutachterliche Tätigkeiten genutzt werden.

2.1.2 Topographie

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. Hierzu steht in Nordrhein-Westfalen das DGM von GeoBasis.NRW via OPENDATA frei zur Verfügung (www.open.nrw; www.geobasis.nrw.de; www.opengeodata.nrw.de/produkte). Ein DGM beschreibt die natürliche Geländeform der Erdoberfläche durch georeferenzierte Höhenpunkte. Objekte wie z. B. Vegetati-



on und Gebäude werden nicht dargestellt. GeoBasis.NRW stellt im Rahmen seines gesetzlichen Auftrags das DGM 1 mit einer Gitterweite von einem Meter bereit. Neben dem auf Gitterpunkte reduzierten DGM werden von GeoBasis.NRW auch die unregelmäßig verteilten primären Messpunktvolken mit einer Punktdichte von circa 1 bis 4 Punkten pro Quadratmeter bereitgestellt (DGM 1L). Seit 2013 wird die Landesfläche mit einer Messpunktdichte von mindestens vier Punkten pro Quadratmeter erfasst. Die flächendeckende Fertigstellung mit dieser Messpunktdichte ist für 2018 geplant.

Aus den Daten des DGM 1 oder DGM 1L ist ein lokales DGM unter Beachtung gleicher Punktabstände abzuleiten. Dieser erste Aufschlag eines Geländemodells dient der topografischen Gefährdungsanalyse mithilfe geografischer Informationssysteme (s. oben Kapitel 2).

Für die hydronumerische instationäre zweidimensionale Gefährdungsanalyse (Kapitel 2.2) ist eine Bearbeitung dieses DGM unumgänglich. Es ist darauf zu achten, dass hydraulisch relevante Fließwege, wie z. B. Durchlässe, Verrohrungen und Unterführungen im Terrain durchgängig gestaltet werden. Genauso kann es nötig sein, in siedlungsdichten Bereichen abflusshindernde Strukturen abzubilden. Diese schmalen Strukturen werden bei der Laserscanbefliegung häufig nicht ausreichend erfasst, sodass eine „hydraulische Lücke“ entsteht. Dies bedeutet, dass bei der späteren Simulation das Wasser ungehindert weiterfließt, obwohl in Realität eine Mauer oder eine Geländekante vorhanden ist. Zur Beurteilung sind die Ergebnisse der topografischen Gefährdungsanalyse (falls vorhanden) zu betrachten und/oder Vor-Ort-Kenntnisse bzw. Erfahrungswerte (z. B. Anwohner oder Feuerwehr) zu Rate zu ziehen. Gleichzeitig kann eine Ortsbegehung hier Klarheit bringen. Wenn feststeht, welche Strukturen relevant sind, sind in der Regel Vermessungsarbeiten erforderlich. Gleichzeitig sollten relevante Durchlässe in ihren Dimensionen vermessen werden, falls diese Informationen nicht anderweitig verfügbar sind.

Für die hydronumerische instationäre zweidimensionale Gefährdungsanalyse wird eine lokale Validierung empfohlen, ggf. sollte diese 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 integriert werden sollten, können sein:

- Durchlässe, Verrohrungen, 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.



2.2 Hydraulische Gefährdungsanalyse

2D-Modellierungen 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 digitale Geländemodell DGM 1 bzw. DGM 1L 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-Modellierung einbezogen werden. Aus diesem Grund sollten alle Bauwerke in das Netz eingepflegt werden, um Abflusshindernisse abzubilden. Zu nennen ist hier der Datensatz der Gebäudeumrisse, der landesweit als Open Data zur Verfügung steht, siehe auch Kapitel 2.1.2.

Im hydraulischen Modell sind die Rauheiten der Geländeoberfläche für die örtlichen Verhältnisse entsprechend den vorhandenen Oberflächenbeschaffenheiten und -nutzungen grundsätzlich so anzusetzen, dass realistische Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten erzielt werden. Bei den Szenarien mit hoher Wahrscheinlichkeit und je nach Landnutzung kann eine Betrachtung der Sensitivität eine solche Parameterwahl stützen. Hierfür sollten bei der Vergabe von Rauheiten im Modell auf Basis von Landnutzungsklassen die Ansätze genutzt werden, die sich bei der Modellierung zur EU-HWRM-RL als erfahrungsgemäß praktikabel erwiesen haben.

2D-Modellierung erlauben die Simulation der zeitlichen Entwicklung der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten sowie die Überprüfung der Wirkung von baulichen Vorsorgemaßnahmen auf den zukünftigen potenziellen Verlauf von Überflutungen. Bei zeitlich fein genug aufgelöster (5-Minuten-Zeitschritte sind empfehlenswert) Modellierung sollen die angesetzten Regenszenarien zur Abflussbildung in der Fläche führen und durch die natürliche Topografie Fließverläufe ermittelt werden. 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. Des Weiteren können durch 2D-Modellierung auch Erosion und Verlandung simuliert werden, was wiederum ein hilfreiches Instrument ist, um Gefährdungen durch hangliegende Ackerflächen abzuschätzen, die zu einer Verlandung von Durchlässen führen können und im Zuge dessen die hydraulische Wirksamkeit herabsetzen.

Ein weiterer Vorteil einer fertiggestellten, plausibilisierten 2D-Modellierung ist die spätere Verwendbarkeit bei der Erörterung von Schutzmaßnahmen. Mit Anwendung der verfügbaren Datensätze können bauliche Szenarien daraufhin untersucht werden, ob und wie die potenziellen Maßnahmen wirken und ggf. auch Bewertungen der Wirtschaftlichkeit unterstützt werden.



Eingangsdaten für die 2D-Modellierung sind:

- die Regenwasserspenden ($l/(s \cdot km^2)$) für die jeweiligen Szenarien, die als Blockregen für eine Stunde im gesamten Gebiet angesetzt werden
- die Topographie bzw. das daraus entstandene Berechnungsnetz (Kapitel 2.1.2)
- die Gebäudesituation/Gebäudeumrisse (Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem - ALKIS)
- die Landnutzung zur Bestimmung der Rauheitsbeiwerte (Digitales Landschaftsmodell - Basis DLM)

Für die Szenarien 2 und 3 (s. Kapitel 2.1.1, Seite 27) sollte neben der hydrologischen Annahme, Versickerungsprozesse finden nicht statt, im hydraulischen Modell für einen separaten Rechenlauf angenommen werden, dass die Verrohrungen verlegt sind und hydraulisch nicht wirksam sind. Auf diese Weise kann errechnet werden, wie sensibel die einzelnen Durchlässe etc. sind bzw. wo kritischer Handlungsbedarf besteht.

Im Rahmen der hydraulischen Berechnungen werden die (Oberflächen-) Abflussszenarien plausibilisiert und - falls möglich - an bekannte Fließzustände angenähert. Bezogen auf die Berechnungslaufzeit ist es empfehlenswert, dem jeweiligen Regenszenario eine mehrstündige Nachlaufzeit anzuschließen (je nach Modellgröße 1 bis 8 Stunden).

Beim Szenario 1, 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 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 2 und 3 sind die Abflussmengen i. d. R. so hoch, dass die Kanalisation für die Abflussaufnahme keine Rolle spielt.

Eine 2D-Modellierung berechnet für das Oberflächenabflussereignis instationär die Wasserspiegellage [mNHN], die Fließtiefen [m] und die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit [m/s]. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung werden mithilfe von geografischen Informationssystemen mit der Geländeoberfläche verschnitten. Anschließend wird jedes Szenario mit folgenden Parametern beschrieben:

- Überflutungsausdehnung
- Wasserspiegellage [mNHN]
- Überflutungstiefe [m]
- Fließgeschwindigkeit [m/s]
- sowie der zeitliche Ablauf des Ereignisses.

Für die 2D-Modellierung der Abflussverhältnisse auf der Geländeoberfläche infolge von 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.



2.3 Starkregengefahrenkarte

Starkregengefahrenkarten sind letztendlich die Ergebnisse der GIS-basierten bzw. der 2D-Modellierung. Sie zeigen die aus den verschiedenen Starkregenszenarien entstehenden flächigen Ausdehnungen und Tiefen der Überflutungen sowie die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für die berechneten Szenarien auf. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Darstellung der Maximalwerte über das Gesamtereignis je Szenario. Bei einer Verwendung als Risikokarte ist die Darstellung um relevante Ergänzungen, z. B. Risikoobjekte, zu erweitern.

Der zeitliche Verlauf der Überflutungszustände für die Szenarien 2 und 3 soll in diskreten Zeitschritten (mindestens 5 Minuten) für 1 Stunde Niederschlagsdauer und mindestens 1 Stunde Nachlauf ergänzend als Animation bereitgestellt werden.

Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte bestehen bereits bei Wassertiefen von weniger als 10 cm, z. B. bei Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern, Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. (Tief-) Garageneinfahrten oder ebenerdige Türen.

Die Überflutungstiefe soll daher in drei bis vier Stufen (mindestens sind drei Stufen Überflutungstiefen) gemäß Tabelle 3 dargestellt werden. Die Stufe „Überflutungstiefe“ bis 10 cm ist optional, je nach örtlichen Gegebenheiten zu verwenden (z. B. bei nur geringen Wasserständen im Flachland). Eine Aufarbeitung aller Details wie in einer Hochwasserrisikokarte wird nicht angestrebt. Somit ist auch die Darstellung der Fließgeschwindigkeit optional. Sofern konkrete operative Gründe dies erfordern (z. B. Fahrtiefe von Einsatzfahrzeugen), ist eine Modifizierung der Schwelle „50 cm“ von Stufe 2 nach 3 oder eine ergänzende Stufe grundsätzlich zielführend.

Tabelle 3: Musterlegende für die Darstellung der Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Starkregengefahrenkarten

Überflutungstiefe	
	< 10 cm (optional, zu verwenden bei Bedarf)
	10 – 50 cm
	50 – 100 cm
	> 100 cm

Fließgeschwindigkeit (optional)	
	> 0,2 – 0,5 m/s
	> 0,5 – 2,0 m/s
	> 2,0 m/s

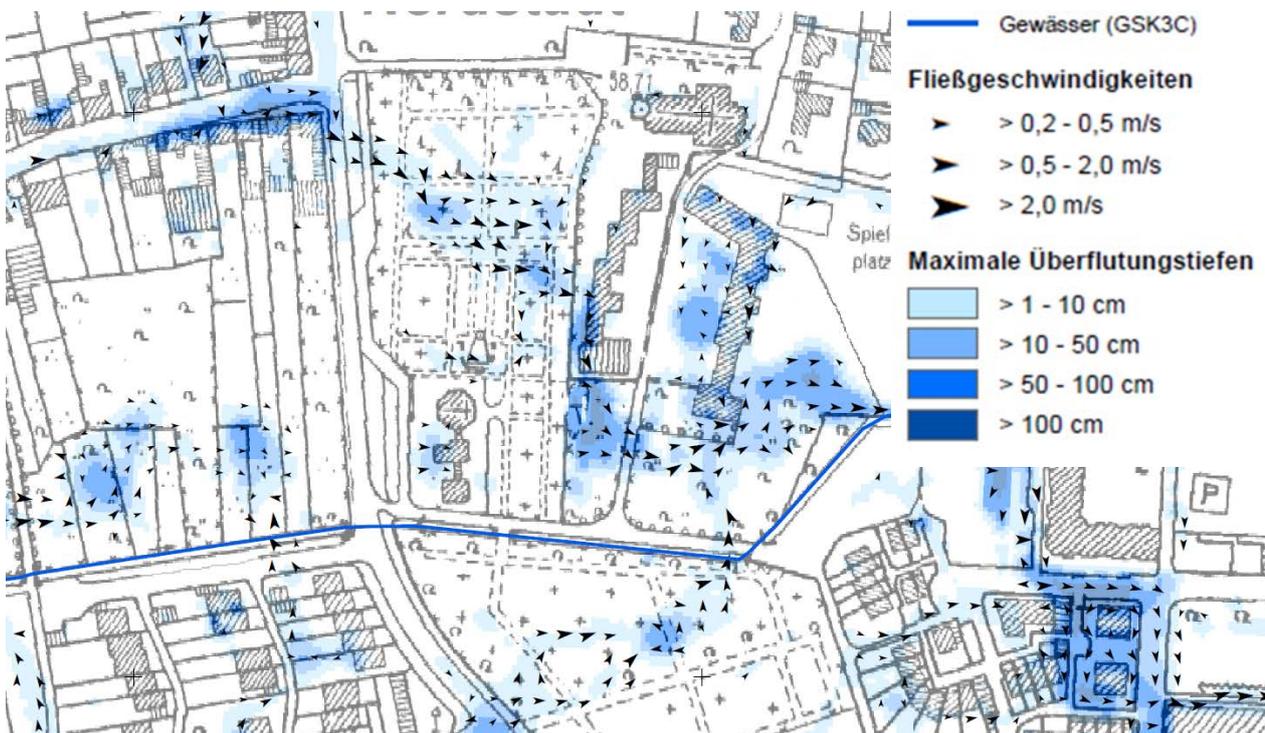


Abbildung 12: Beispiel einer Starkregengefahrenkarte nach Mindestempfehlungen für das Szenario 2
(Quelle: Hydrotec)

Die folgenden Tabellen zeigen beispielhaft, welche potenziellen Gefahren sowohl für die menschliche Gesundheit als auch für Infrastruktur und Objekte in Abhängigkeit von Überflutungstiefe (Tabelle 4) und Fließgeschwindigkeit (Tabelle 5) bestehen.



Tabelle 4: *Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen*

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
10 – 50 cm	<ul style="list-style-type: none"> • volllaufende Keller können das Öffnen von Kellertüren gegen den Wasserdruck verhindern • für (Klein-) Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen • Stromschlag-Gefahr durch überflutete Stromverteiler im Keller 	<ul style="list-style-type: none"> • Überflutung und Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern • Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. Souterrain-Wohnungen, (Tief-) Garageneinfahrten, U-Bahn-Zugänge • Hohe Wasserstände in Unterführungen • Wassereintritt durch ebenerdige Türen • Wassereintritt auch durch höher gelegene Kellerfenster möglich
50 – 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> • s. o. • Gefahr für die menschliche Gesundheit durch Treibgut oder nicht sichtbare Unebenheiten unter der Wasseroberfläche • Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene 	<ul style="list-style-type: none"> • Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen möglich • Gefahr für öffentliche Infrastruktureinrichtungen (Strom, Telekommunikation)
> 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr für die menschliche Gesundheit 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 5: *Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten*

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

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.

Starkregengefahrenkarten sollten Darstellungen über folgende Parameter enthalten:

Ausdehnung der Überflutung

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

Überflutungstiefe

Die Überflutungstiefen sind entscheidend für die möglichen Eintrittswege des Wassers in Gebäude. Überflutungstiefen bis 10 cm stellen zwar häufig keine Gefährdung dar, können aber im Flachland oder im lokalen Einzelfall, z. B. bei ebenerdigen Kellerfenstern, Lichtschächten oder Einfahrten von Tiefgaragen ihre Bedeutung haben. 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, sodass sie durch einfache Dich-



tungen gut abgehalten werden können. Dynamische Druckkräfte, die durch die Fließgeschwindigkeit einwirken, können bereits bei Tiefen bis 50 cm zu den in der Tabelle 5 genannten Gefahren führen. Bei Überflutungstiefen von 50 bis 100 cm steigt der statische Druck stark an, sodass die Dichtungen, insbesondere bei nach innen zu öffnenden Türen, versagen. Bei Überflutungstiefen über 1 m kann das Wasser durch zusätzliche Öffnungen in Gebäude eindringen (Tabelle 4).

Die dreistufige Skala (Tabelle 3) 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 Geländeneiveaus befinden, sollten sie in den Karten gesondert gekennzeichnet werden.

Fließgeschwindigkeiten (optional)

Die Darstellung von Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung kann eine wichtige Information sein, 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 die menschliche Gesundheit 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 5). Fließgeschwindigkeiten sollten insbesondere für Hanglagen dargestellt werden.

Zur Darstellung der relevanten Fließgeschwindigkeit wird beispielhaft eine Einteilung in drei Klassen in Form von Pfeilen unterschiedlicher Größe empfohlen (Tabelle 3). Ggf. können Aussagen für kritische Bereiche aggregiert und punktuell dargestellt werden.



Fazit

- 2D-Modellierungen haben deutliche Vorteile und werden im Rahmen der Arbeitshilfe für die Gefährdungsanalyse empfohlen.
- Für die Entstehung von Oberflächenabfluss wird vereinfachend angenommen, dass bei den hier zu betrachtenden extremen Starkregenereignissen keine Abminderung des Niederschlags infolge Versickerung stattfindet.
- Je detaillierter das Geländemodell als Grundlage der 2D-Modellierungen ist, desto realistischer sind die Ergebnisse.
- Starkregengefahrenkarten werden für zwei (optional drei) Szenarien erstellt:
 - Szenario 2 (außergewöhnlich; regionales 100-jährliches Niederschlagsereignis für die Dauerstufe 1 h)
 - Szenario 3 (extrem; pauschal 90 mm in 1 h als Blockregen)
 - Optional: Szenario 1 (selten; Niederschlag häufiger als 100-jährliches Ereignis bei Überschreiten der Bemessung des Kanalnetzes)
- Starkregengefahrenkarten zeigen je Szenario
 - die maximalen Überflutungsausdehnungen und Überflutungstiefen
 - (optional) die relevanten Fließgeschwindigkeiten



3 Risikoanalyse

Das Überflutungsrisiko ergibt sich aus der Kombination der Überflutungsgefahr oder Eintrittswahrscheinlichkeit, dargestellt in den Starkregengefahrenkarten, und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder 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 die menschliche Gesundheit 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 Erosion oder Geröll
2. Analyse des Schadenspotenzials – Identifizierung von kritischen öffentlichen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen
3. Ermittlung und (verbale) Bewertung des Überflutungsrisikos als Zusammentreffen von Gefährdung oder Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder Schadenspotenzial

Hierdurch entsteht eine Bewertungsgrundlage, mit deren Hilfe die besonders risikobehafteten Areale identifiziert und der Handlungsbedarf konkretisiert werden. Es kann darin auch eine Einschätzung erfolgen, in welchen Siedlungsbereichen das bestehende Überflutungsrisiko hingenommen wird bzw. werden muss.

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 die menschliche Gesundheit 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.

Sofern für die Kommune bereits Hochwassergefahrenkarten vorliegen, bietet sich eine gemeinsame Analyse für das Starkregen- und Hochwasserrisikomanagement an. Sollte bereits eine Risikoanalyse auf Basis der Hochwassergefahrenkarten vorliegen, ist diese zu überprüfen. Die Hochwassergefahrenkarten sowie Risikobewertungen aus den Hochwasserrisikomanagementplänen werden von den Bezirksregierungen bereitgestellt.



3.1 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 Szenarien 2 und 3 Bereiche 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:

- 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.
- Die Überflutungsdauer kann vor allem in Siedlungsbereichen, in denen das Wasser nicht abfließen kann und entsprechend lange steht, eine Rolle spielen (z. B. Siedlungsbereiche in Tief-lagen). Hinsichtlich notwendiger Rettungsmaßnahmen sind solche Siedlungsbereiche als gefährdeter einzustufen als Bereiche, die rasch trocken fallen und somit schnell wieder erreichbar sind.

3.2 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, die Beschädigung von Kulturgütern und Umweltschäden, wie die Verunreinigung von Böden und Gewässern oder die Beeinträchtigung von Ökosystemen.

Monetäre Schäden können v. a.

- 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

auftreten.

Im Rahmen der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen können kritische Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen in die Starkregengefahrenkarten eingezeichnet werden, für die bei Starkregenereignissen Gefahren für die menschliche Gesundheit bzw. erhebliche



Schäden und Beeinträchtigungen erwartet werden (Tabelle 6). 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. Bei der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen sollten auch Einrichtungen berücksichtigt werden, die außerhalb der Eingriffs- und Handlungsmöglichkeiten der Kommune liegen (z. B. private Krankenhäuser, Kindergärten und Stromversorger). Im Rahmen der Starkregenrisikomanagementplanung sollten diese Einrichtungen auf ihr jeweiliges Risiko angesprochen und informiert werden.

Verursacht durch hohe Fließgeschwindigkeiten des zu- und abfließenden Wassers können nach Starkregenereignissen intensive Erosionsprozesse auftreten, die mit starkem Gerölltransport verbunden sind. Durch Geröll kann einerseits Gefahr für die menschliche Gesundheit entstehen und andererseits die Gefahr der Bauwerksverlegung und der Gewässerverlegung massiv ansteigen. So können völlig neue Fließwege entstehen. Bei den Starkregenszenarien 2 und 3 sollte daher überprüft werden, ob mit der Verlegung von Bauwerken (z. B. Verrohrungen, Brücken und Durchlässen) zu rechnen ist. Der Geologische Dienst NRW stellt Karten bereit, in denen die Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen dargestellt ist. Die Erosionsgefährdungskarten können mit den Starkregengefährdungskarten überlagert werden, um die Bereiche kenntlich zu machen, in denen sowohl eine hohe Abfluss- als auch Erosionsgefahr besteht und sie in der Risikoanalyse zu betrachten und zu bewerten. 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, Orthophotos (Luftbilder), ALKIS, Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (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 (Tabelle 6). 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.



Tabelle 6: Liste kritischer Bereiche und Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (LUBW, 2016)

Objekt/Bereich	Risikoaspekt
<p>Besonders kritische Objekte, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Keller-geschossen vorhanden sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Schadenspotenzial • Erhöhte Gefahr für Gesundheit, Bevölke- rung mit speziellen Bedürfnissen (z. B. eingeschränkte Mobilität) für Schutz und Evakuierung • Evtl. kulturhistorische Relevanz
<ul style="list-style-type: none"> • Geländetiefpunkte, wie Unterführungen und Senken 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr durch Ertrinken • Wegfall von Evakuierungs- und Einsatzrou- ten
<ul style="list-style-type: none"> • Abschüssige Straßen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbildung hoher Fließgeschwindigkeiten und neuer Fließwege
<ul style="list-style-type: none"> • Abgänge zu Unterführungen • öffentliche Tiefgaragen • Tiefliegende Fußgängerpassagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Rettungswege • Mögliche Fallen für Bevölkerung
<ul style="list-style-type: none"> • An die Straßen angrenzende öffentliche Bebauung mit ausgebautem Kellergeschoß oder Kellerfen- stern auf Straßenniveau • Eingänge zu Kaufhäusern und Geschäften auf Straßenniveau 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Schadenspotenzial
<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsknotenpunkte wie Bahnhöfe, U-Bahnhöfe 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Schadenspotenzial • Wegfall von Evakuierungsrouten • Mögliche Falle für Bevölkerung
<ul style="list-style-type: none"> • Standorte der Rettungs- und Einsatzkräfte (Feuerwehr, Sanitätsdienste, Polizei, evtl. Militär) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtige Infrastruktur zum Krisenmanage- ment • Erreichbarkeit im Ereignisfall • Sicherstellung des Zugangs zu den be- troffenen Gebieten
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungen und Objekte mit möglichen Schad- stoffquellen, die zu einer Gefährdung im öffentli- chen Raum führen können, wie z. B.: <ul style="list-style-type: none"> – Tankstellen und Lager für wassergefährdende Stoffe – Forschungseinrichtungen mit wasser- und gesundheitsgefährdeten Stoffen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Schadenspotenzial durch Folge- schäden



Objekt/Bereich	Risikoaspekt
<ul style="list-style-type: none"> - Kläranlagen - Landwirtschaftliche Betriebe mit Chemikalienlagern und/oder Tierhaltung - Produktionsanlagen - Chemielager 	
<ul style="list-style-type: none"> • Erosionsgefährdete Gebiete 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Materialtransport
<ul style="list-style-type: none"> • Verrohrungen • Brückendurchlässe 	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderte Überflutungsszenarien infolge Verklausungen
<ul style="list-style-type: none"> • Freizeiteinrichtungen mit hohem Publikumsverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Schadenspotenzial • Evakuierungszentrum
<ul style="list-style-type: none"> • Justizvollzugsanstalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Mobilität
<ul style="list-style-type: none"> • Objekte der Energieversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtige Infrastruktur • Versorgungsrelevanz
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungen der Wasserversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtige Infrastruktur
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungen des Funk- und Fernmeldewesen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtige Infrastruktur



3.3 Risikoermittlung und Risikobewertung

Um das Überflutungsrisiko eines ausgewählten Gebietes zu ermitteln und zu bewerten, wird die lokale Gefährdungssituation bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit mit der Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder dem Schadenspotenzial kombiniert. Basierend auf den vorher identifizierten kritischen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen muss eine Priorisierung der Objekte erfolgen und entsprechende Handlungsschwerpunkte 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 und/oder höchstes Schadenspotenzial)? Wo bestehen Gefahren für die menschliche Gesundheit?
- 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, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen 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 "Risikochecklisten" (Anhang 8.5) 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. Die Dokumentation kann z. B. in Risikochecklisten erfolgen. In den Risikochecklisten sollen bereits



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

- Charakterisierung der Überflutungsgefährdung inkl. Nennung der zu erwartenden szenario-bezogenen Überflutungstiefen
- Charakterisierung des Schadenspotenzials (Art und Ausmaß)
- Bilddokumentation
- Risikoeinschätzung
- Einschätzung zur Notwendigkeit von Vorsorgemaßnahmen
- 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 Starkregenszenario 2 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 Starkregenszenario 2 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, ob die Evakuierung der Kinder gewährleistet ist und wie die Bausubstanz und der Gebäudezustand auf entsprechende Überflutungszustände reagieren würden. Eventuell müssen Kellerfenster oder Eingänge zusätzlich abgedichtet werden ...“

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:
 1. Analyse der Überflutungsgefährdung
 2. Identifizierung von kritischen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen und Abschätzung möglicher Schadenspotenziale
 3. Ermittlung und Bewertung des Überflutungsrisikos als Kombination von Gefährdung oder Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder Schadenspotenzial
- Liegt eine Risikoanalyse auf Basis der Hochwassergefahrenkarten vor, ist diese zu überprüfen. Ansonsten wird eine gemeinsame Risikoanalyse (Starkregen und Flusshochwasser) 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 Risikochecklisten für kritische Objekte (siehe Anhang 8.5).



4 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, Katastrophenschutz und Gefahrenabwehr, Eigenvorsorge, Informationsvorsorge und Risikovorsorge unterteilt werden. Zu einigen dieser Bereiche werden im Folgenden Vorschläge und Anregungen für ein Handlungskonzept zur Starkregenvorsorge gegeben. Die letztendliche Entscheidung über das Vorgehen trifft die Kommune. 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. Das 2016 in Nordrhein-Westfalen herausgegebene „Konzept Starkregen NRW“ (MKULNV/MBWSV, 2016) kann als zusätzliche Informationsquelle für das kommunale Starkregenrisikomanagement und die unten aufgeführten Zielgruppen verwendet werden.

4.1 Akteure bei der Erstellung des Handlungskonzepts

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, Vermessungs- und Katasteramt, 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 wichtiges Planungskriterium verankert und bei größeren Kommunen in einem interdisziplinären Prozess von einer zentralen Stelle koordiniert werden.

Hilfestellung zu konkreten Strukturen, Prozessen und Methoden einer koordinierten Überflutungsvorsorge gibt der Bericht „Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog“ des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu, 2018).

4.2 Informationsvorsorge

Um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen, sollten die Ergebnisse der Risikoanalyse im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements adäquat kommuniziert werden (s. auch Krieger et al., 2015). Die Sensibilisierung der potenziell Betroffenen ist dabei einer der ersten und wich-



tigsten Schritte in der Starkregenvorsorge. Hierzu gehören öffentliche Institutionen, Bürger, Industrie- und Gewerbebetriebe sowie die Land- und Forstwirtschaft. Sie sollten 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 auf der Internetseite www.flussgebiete.nrw.de aufgeführt.

Im Folgenden werden Vorschläge und Anregungen im Hinblick auf die Informationsvorsorge für verschiedene Zielgruppen gegeben.

4.2.1 Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit

Geeignete Mittel zur Information der Bürger kann zunächst die Veröffentlichung der Starkregen Gefahrenkarten in verschiedenen Medien (z. B. im kommunalen Internetauftritt oder im lokalen Gemeindeanzeiger) sowie begleitende Informationsveranstaltungen sein. Neben der reinen Informationsweitergabe ist eine Anleitung zur Interpretation der Gefahrenlage für die Bürger notwendig. Nur mithilfe einer solchen Anleitung können Objekteigentümer die Gefahren von Starkregen erkennen und mögliche Risiken für ihr Eigentum, ihre Gesundheit sowie die Folgen ihres Handelns auf Andere ableiten. Diese Risikoerkennung liefert die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung geeigneter Schutz- und Vorsorgemaßnahmen auf privater Ebene.

4.2.2 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. 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.

4.2.3 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 können z. B. die Querbewirtschaftung von Hängen, das Anlegen von Ackerrandstreifen oder eine angepasste Bodenbearbeitung (Billen et al., 2010) sein. 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.

Ein weiterer Schadenspunkt bei Starkregenereignissen können Verklausungen durch mitgeführte Holzteile aus Waldgebieten sein. Auch hier ist die Information der Forstwirtschaft über ihre wichtige Rolle im Hinblick auf Risiken für Unterlieger und für ein risikominderndes Verhalten wichtig.

Die Studie „Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen“ im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft beinhaltet Informationen zu land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen, die Erosion durch die Art der Bodenbearbeitung eindämmen (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2015).

4.3 Kommunale Flächenvorsorge

Als Querschnittsdisziplin kann die Stadtplanung wesentlich zu einer wirkungsvollen kommunalen Überflutungsvorsorge beitragen. Flächenvorsorge in Bezug auf Starkregengefahren hat ein großes Potenzial bei der Minimierung von Risiken. Die Kommunen können hierzu über die Bauleitplanung steuernd eingreifen und z. B. durch Freihaltung von Flächen oder durch Vorgaben für die detaillierte Planung und Gestaltung von Nutzungen und Bauwerken in Gefahrenbereichen Risiken mindern. Die Bauleitplanung fasst die Flächennutzungs- und die Bebauungsplanung. Im Flächennutzungsplan wird die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung dargestellt. Bebauungspläne werden aus dem Flächennutzungsplan entwickelt und enthalten rechtsverbindliche Festsetzungen und sind daher ein entscheidendes Handlungsinstrument. Belange der Überflutungssicherung können hier direkt einfließen.

Wichtige zu berücksichtigende Aspekte sind hierbei unter anderem:

- Topografie
- Lage und Verlauf aktueller und früherer Gewässer- und Grabenläufe
- Lage aktueller und früherer Überschwemmungsgebiete
- Überflutungsgefährdungen und Risikobereiche
- Überflutungsrisiko unterhalb des Plangebiets gelegener Gebiete
- Zentraler und dezentraler Regenwasserrückhalt/Retentionsflächen
- Multifunktionale Flächennutzung
- Grundstücks-, Straßen- und Gebäudehöhen

(Metropolregion Nord-West e.V., 2016)

Weiterführende Informationen zu dem Thema sind in der Arbeitshilfe „Starkregen und Sturzfluten in Städten“ des Deutschen Städtetages (2015), dem „Handbuch Stadtklima“ (MKULNV, 2011), in dem ein konkreter Handlungskatalog für Nordrhein-Westfalen bereitgestellt wird, sowie in dem 2016 veröffentlichten „Konzept Starkregen NRW“ (MKULNV/MBWSV, 2016) zu finden.

Für alle planerischen Aspekte sollten neben den Hochwassergefahrenkarten auch die in den Starkregengefahrenkarten identifizierten Überflutungsbereiche berücksichtigt werden.



4.4 Krisenmanagement

Das kommunale Krisenmanagement soll Gefahren für Leben oder Gesundheit von Menschen oder Tieren, die Umwelt, erhebliche Sachwerte und die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung abwenden. Es können gewisse Voraussetzungen geschaffen werden, dass Schäden vermieden werden und nach entstandenem Schaden schnellstmöglich der Normalzustand wieder hergestellt wird.

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 Überflutung optimal für Abwehrmaßnahmen genutzt werden. Dies bedarf einer guten Planung im Vorfeld. Eine mögliche Grundlage für die Betrachtung der Gefahrenlage bei Hochwasser- und Starkregenereignissen in der kommunalen Hochwasseralarm- und Einsatzplanung sind die Starkregengefahrenkarten und die erfolgte Risikoanalyse. Grundsätzlich obliegt die Gefahrenabwehr bei Gefahrenlagen durch Starkregen den Kommunen 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.

Die Dokumentation geschehener Ereignisse ist sowohl im Nachgang ein wesentlicher Baustein des Krisenmanagements, als auch in ausgewerteter Form für Risikoanalyse und weiteren Planungsprozesse.

Weiterführende Informationen zu Schutzmaßnahmen und Empfehlungen im Starkregenfall sind in den Papieren des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe „Empfehlungen bei Sturzfluten“ (BBK, 2016) und „Die unterschätzten Risiken Starkregen und Sturzfluten – Handbuch für Bürger und Kommunen“ (BBK, 2015) zu finden. Das für Nordrhein-Westfalen erlassene Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistungen und den Katastrophenschutz (MIK NRW, 2017) regelt, gemeinsam mit dem Runderlass „Krisenmanagement durch Krisenstäbe im Lande Nordrhein-Westfalen bei Großeinsatzlagen, Krisen und Katastrophen“ (SMBl. NRW 20020), unter anderem die Aufgaben der Gemeinden bei Notständen und die Zuständigkeiten bei der Durchführung von Abwehrmaßnahmen.

Zudem soll durch den gemeinsamen Runderlass „Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Inneres und Kommunales (2011, zuletzt geändert durch Runderlass vom 09.05.2016, SMBl. NRW. 20020) ein strukturiertes Zusammenwirken aller beteiligten Behörden und Einrichtungen für den Fall eines akuten (drohenden) Hochwassers sichergestellt werden.



Informationsquellen für zu erwartende kritische Überflutungen bei Starkregenereignissen sind:

- Wetterwarnungen und Regenradarbilder - insbesondere des DWD – sind:
 - entsprechend der Niederschlagsszenarien der Starkregenereignisse 1, 2 und 3 zugrunde liegenden Eingangswerte (Niederschlag in mm/h) als Bewertungsgrundlage heranzuziehen und
 - an Verantwortliche des örtlichen Krisenmanagements zu kommunizieren, um die Wetterwarnungen konkret für die örtliche Betroffenheit einordnen zu können.
- Betriebszustand von Hochwasserschutzanlagen
- Definierte Wasserstände lokaler Pegel an Oberflächengewässern
- Einstauungen / Ausuferungen an definierten Stellen, z. B. Brücken
- Definierte Ereignisse, z. B.
 - Ereignisse auf typischen Zugbahnen von Gewitterzellen
 - Ereignisse im Bereich des Oberlieggers
 - markante Niederschlagsereignisse
 - markante (Hang-) Abflusssituationen
- DWD-Hotline: Der DWD 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.

4.5 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. Damit werden v. a. die folgenden Ziele verfolgt (DWA, 2013b):

- Außengebietswasser (s. auch Kapitel 5.1) vom Siedlungsgebiet fernhalten
- Freihaltung von bevorzugten Fließwegen des Oberflächenabflusses in der Siedlungsfläche
- Oberflächenwasser im Siedlungsgebiet und in der Fläche (Außenbereich) zurückhalten
- Multifunktionale Nutzung von Flächen
- 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.

Fazit

Ein Handlungskonzept im Rahmen des Starkregenrisikomanagements umfasst die Bausteine:

- Informationsvorsorge,
- kommunale Flächenvorsorge,
- Krisenmanagement sowie die
- Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen.

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 Hochwassergefahrenkarten 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 Starkregenrisikovorsorge und anderen kommunalen Themenfeldern (z. B. Straßenplanung, Stadtplanung, Barrierefreiheit, Entwässerung etc.) müssen aufgezeigt werden.



5 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.

5.1 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 (Wasser, das aus Außengebieten wie landwirtschaftlichen Flächen, Wald etc. auf die Siedlung zufließt) 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 von offenen Grabensystemen, Verwallungen, 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
 - Offenlegung/Ausbau von Verrohrungen

Bei der Ableitung von Außengebietswasser ist insbesondere § 37 des WHG zu beachten.

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.

Beim Bau von abflussleitenden Erddämmen und Verwallungen sind die technischen Anforderungen gemäß DIN 19700 Teil 10-12 sowie die Merkblätter der DWA (DWA-M 522 „Kleine Talsperren oder kleine Hochwasserrückhaltebecken“ oder DWA-M 550 „Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung“) zu beachten. Ggf. können auch Vorschriften bzgl. Flusssdeiche zu beachten sein (DIN 19712 bzw. DWA M 507).

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 Starkregenszenario 2 angestrebt und das dadurch entstehende Gefahrenpotenzial gewertet werden. Bei einem Starkregenszenario 3 ist davon auszugehen, dass der Fall einer Überströmung bzw. einer Überlastung eintreten wird. Das im Rahmen des Starkregenrisikomanagements erarbeitete 2D-Modell bietet dabei die Möglichkeit, Bemessungsgrundlagen zu ermitteln. Mit diesem Modell kann die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial der Maßnahmen überprüft werden.

5.2 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, Durchlässe etc.) entschärfen oder beseitigen. Hierzu müssen auch die jeweiligen Abflussquerschnitte bedarfsgerecht optimiert werden.

Abflussrelevante Gewässer sind neben den sichtbaren Gewässerläufen auch die Gewässer, die nur zeitweilig wasserführend sind und eine besondere Gefahr darstellen. Ein Problem im Zusammenhang mit diesen häufig nur als „Geländerinnen“ wahrgenommenen Strukturen ist das fehlende Bewusstsein für die Gefahren bei Starkregenereignissen. Dies führt häufig zu unzureichender Unterhaltung und 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. 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 für Dritte entstehen.

5.3 Siedlungsentwässerung

Vor allem bei dem Starkregenszenario 1 (s. Kapitel 2.1.1, Seite 27) 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 oder Dachbegrünungen. Der dezentrale Regenwasserrückhalt auf Grundstücken in Mulden, Zisternen und Rigolen kann bei entsprechender Auslegung der Speichervolumina für das Starkregenszenario 1 ebenfalls wirksam sein. Da diese dezentralen Maßnahmen einzeln nur relativ geringe Wirksamkeit haben, müssen sie großflächig umgesetzt werden, um auch bei Starkregenereignissen wirksam zu sein.

Für Privathaushalte besteht die Möglichkeit, durch dezentrale Niederschlagswasserrückhaltung und -versickerung einen Beitrag zur Entlastung der öffentlichen Kanalisation zu leisten. Daneben ist im privaten Bereich vor allem auf das Vorhandensein entsprechender Schutzeinrichtungen, z. B. Rückstausicherungen, sowie regelmäßig auf deren Zustand und Funktionsfähigkeit zu achten.

Soweit durch die Kommune im Rahmen einer Risikoabschätzung für Privathaushalte entsprechende Gefährdungen ermittelt wurden, sind ggf. weitere bauliche Schutzmaßnahmen im privaten Bereich umzusetzen.

5.4 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 ge-



wisses 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 und 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
- 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
- Schadloes Ableiten des Abflusswassers in das Straßenbegleitgrün

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

5.5 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

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 die menschliche Gesundheit 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.

Konkrete Hinweise zur Umsetzung multifunktionaler Frei- und Grünflächen bietet der Leitfaden für Planerinnen und Planer „Urbanes Grün - Konzepte und Instrumente“ des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung (MHKGB), NRW (ehemals MBWSV, 2014).

5.6 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 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

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 Schutzziele (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.



5.7 Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)

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

Land- und Forstwirtschaft können durch eine angepasste Bewirtschaftung den Wasserrückhalt in der Fläche stärken, damit das Überflutungsrisiko verringern und Erosion vermeiden. Im Bereich der Landwirtschaft kann dies beispielsweise durch Grünlandbewirtschaftung oder eine konservierende Bodenbearbeitung wie Mulch- bzw. Direktsaat erreicht werden. Aber auch gezielte Veränderungen der konventionellen Bodenbearbeitung können zum Wasserrückhalt beitragen, wenn z. B. 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 abflussschwächende Wirkung von Wald stößt bei sehr starken Niederschlägen allerdings auch an ihre Grenzen (Wassersättigung des Bodens).

Die Studie „Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen“ im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft beinhaltet Informationen zu land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen, die Erosion durch die Art der Bodenbearbeitung eindämmen. Dazu gehören im landwirtschaftlichen Bereich u. a. die Vermeidung von besonders erosionsgefährdenden Anbauflächen wie Mais und Zuckerrüben in erosionsgefährdeten Bereichen, Mulchsaat, Querbewirtschaftung, Umwandlung von Ackerland in Grünland, Untersaat, Zwischenfrüchte etc. (Johann Heinrich – Thünen-Institut, 2015). Zu den Maßnahmen im forstlichen Bereich zählen u. a. Mischwaldetablierung, Bodenschutzkalkung, bodenschonende Holzernete, hangparallele Feldgehölzaufforstung mit standortstypischen und wurzelintensiven Baumarten sowie die Freiflächenvermeidung z. B. nach Stürmen oder durch Holzernte.

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

Hinweise zu Handlungsprogrammen und Maßnahmen im land- und forstwirtschaftlichen Bereich sind auch im „Konzept Starkregen NRW“ zu finden (MKULNV/MBWSV, 2016).



Fazit

Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen sollen:

- Außengebietswasser zurückhalten 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
- Flächen multifunktional nutzen

Dezentrale Maßnahmen im Außenbereich:

- sollen Wasser in der Fläche zurückhalten und dadurch das Überflutungsrisiko verringern
- können sowohl in der landwirtschaftlichen als auch der forstwirtschaftlichen Praxis umgesetzt werden



6 Förderung/ Finanzierung

Grundlage und Ziel der Förderung

Die Bewältigung von Starkregenereignissen stellt die Kommunen vor vielfältige Herausforderungen, die über die tradierten Fragen der Niederschlagswasserbeseitigung hinausgehen. Die Erarbeitung kommunaler Handlungskonzepte gemäß dieser Arbeitshilfe ist daher ein Baustein auch des Hochwasserrisikomanagements in Nordrhein-Westfalen.

Grundlage der Förderung ist die Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen der Wasserwirtschaft für das Hochwasserrisikomanagement und zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie - FöRL HWRM/WRRL, Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz vom 11. April 2017). Entsprechend Nr. 2.1.2 der Förderrichtlinie können örtliche Untersuchungen zur Hochwassergefährdung entsprechend dieser Arbeitshilfe zum kommunalen Starkregenrisikomanagement (Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen, Starkregengefahrenkarten, Risikoanalyse, Handlungskonzept) als Maßnahmen der Wasserwirtschaft für das Hochwasserrisikomanagement gefördert werden.

Konzepte zum Umgang mit Starkregenereignissen sind aber auch Teil der Aufgabe der öffentlichen Abwasserbeseitigung.

Was wird gefördert?

Ziel der Förderung ist die Entwicklung eines kommunalen Handlungskonzeptes im Sinne dieser Arbeitshilfe, aufbauend auf Starkregengefahrenkarten für außergewöhnliche und extreme Oberflächenabflussereignisse sowie einer nachfolgender Risikoanalyse. Basis für die Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen und die Erstellung von Starkregengefahrenkarten sind die Vorgaben in Kapitel 2. Das Risiko ist nach Kapitel 3 aufbauend auf den Starkregengefahrenkarten zu analysieren. Hieraus ist entsprechend Kapitel 4 ein Handlungskonzept (Informationsvorsorge, kommunale Flächenvorsorge, Krisenmanagement und Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen) zu entwickeln.

Förderfähig sind die beschriebenen Leistungen nur, wenn das in dieser Arbeitshilfe beschriebene Verfahren angewandt wird.

Die Höhe der Zuwendung für die entsprechend Kapitel 2, 3 und 4 der Arbeitshilfe durchzuführenden Arbeitsschritte oder Teile davon beträgt 50 Prozent. Nicht zuwendungsfähig sind Generalentwässerungsplanungen, Abwasserbeseitigungskonzepte bzw. Kanalnetzberechnungen für die üblichen Lastfälle bzw. Bemessungsregen gemäß DIN EN 752 in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118.

Aus einem kommunalen Handlungskonzept kann sich unter dem Blickwinkel eines ganzheitlichen Ansatzes die Notwendigkeit für Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern ergeben. Hierzu gehören insbesondere die öffentliche Abwasserbeseitigung (siehe Kap. 5.3 zur Siedlungsentwässerung), der Hochwasserschutz und der Gewässerausbau.



Zuwendungsverfahren (Nr. 7 FöRL HWRM/WRRL)

Zuwendungsanträge zur Entwicklung eines kommunalen Handlungskonzeptes im Sinne dieser Arbeitshilfe nach der FöRL HWRM/WRRL sind vom Antragsteller entsprechend Muster 1 der Bewilligungsbehörde, d. h. der zuständigen Bezirksregierung, vorzulegen.

Muster können im Internet über www.umwelt.nrw.de abgerufen werden.



7 Literaturverzeichnis

Rechtliche Grundlagen und technische Regelwerke (Auswahl):

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.

DIN EN 752 (2017): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsche Fassung EN 752:2017.

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

DVWK-Merkblatt 230 (1994): Niederschlag - Empfehlung für Betreiber von Niederschlagsstationen BETREN, Ausgabe: 01 1994.

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 (2012): Arbeitsblatt DWA-A 531: Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef.

DWA (2012): Merkblatt DWA-M 182 „Fremdwasser in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäude“ (April 2012).

DWA (2013a): Methoden der Überflutungsberechnung. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.6 „Abfluss- und Schmutzfrachtsimulation“. Juni 2013.

DWA (2013b): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DWA-Themen T1/2013.

DWA (2015a): Merkblatt DWA-M 522 „Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken“ (Mai 2015).

DWA (2015b): Merkblatt DWA-M 550 „Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung“ (November 2015).

DWA (2016): Merkblatt DWA-M 119 – Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. November 2016.

DWD (2017): KOSTRA-DWD-2010R, Revision des KOSTRA-DWD-2010-Datensatzes, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2010), Abschlussbericht. Deutscher Wetterdienst – Hydrometeorologie, Offenbach, www.dwd.de.

EU-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.



LWG - Landeswassergesetz für Nordrhein-Westfalen (2017): Bekanntmachung der Neufassung des Wassergesetzes für das Land Nordrhein-Westfalen. Erfassung 1995. Stand 29. Juni 2017.

MIK NRW (2016): Krisenmanagement durch Krisenstäbe im Lande Nordrhein-Westfalen bei Großeinsatzlagen, Krisen und Katastrophen. Runderlass vom 26. September 2016.

MKULNV, MBI NRW (2017): Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie – FöRL HWRM/WRRL, Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz vom 11. April 2017:

MKULNV, MIK NRW (2011): Hochwasserkrisenmanagement in Nordrhein-Westfalen. Gemeinsamer Runderlass vom 28.10.2011, zuletzt geändert am 09.05.2016.

MIK NRW - Ministerium für Inneres und Kommunales des Landes Nordrhein-Westfalen (1998): Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistungen und den Katastrophenschutz (BHKG) vom 17. Dezember 2015.

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



Literatur

Billen, Lambert, Aurbacher (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 (12.4.2010).

Bierlein, M (2017): Starkregen in Wachtberg Landstraße für mehrere Monate gesperrt. In: Bonner Rundschau vom 6.6.2016.

BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2015): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ – Ein Handbuch für Bürger und Kommunen. Dezember 2015.

BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2016): Empfehlungen bei Sturzfluten. Bonn.

Deutscher Städtetag (2015): Starkregen und Sturzfluten in Städten – Eine Arbeitshilfe. April 2015.

Fuchs (2013): Methoden und Beispiele zur Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung von urbanen Sturzfluten. In: 13. DWA-Regenwassertage vom 10./11. Juni 2013. Freiburg.

GDV (2015): Naturgefahrenreport 2015 – Die Schadens - Chronik der deutschen Versicherer in Zahlen, Stimmen und Ereignissen. GDV Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Berlin.

Grüning H.; Grimm, M.(2015): Unwetter mit Rekordniederschlägen in Münster. Korrespondenz Wasserwirtschaft, Nr. 2, S. 88 – 93.

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.

Johann Heinrich von Thünen-Institut (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Juni 2015, Braunschweig.

Kommunal Agentur NRW (2015): Hochwasser- und Überflutungsschutz. Ansätze für eine fachübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Kommunalverwaltung zum Hochwasserrisikomanagement. Düsseldorf 2015.

Krieger, Schmitt (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.

LANUV (2013): KISS – Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung. Methoden und Konzepte. 2013.

LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe. Dezember 2016.



Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Urbanes Grün – Konzepte und Instrumente – Leitfaden für Planerinnen und Planer. Düsseldorf, 2014.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Januar 2011.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen/Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2016): Konzept Starkregen NRW. Dezember 2016.

MeteoGroup Unwetterzentrale (2014): Unwetterlage Deutschland Ende Juli 2014 – Extremregen in Münster. August, 2014.

Metropolregion Nord-West e.V. (2016): Leitfaden zur Starkregenvorsorge – Ein Nachschlagewerk für Kommunen. S. 24-31. Juli 2016.

Scheibel (2017): Darstellung und Kommunikation von hydrologischen Kenngrößen. In: Wasserwirtschaft 107(7-8):23-30, August 2017, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Schmitt (2011): Risikomanagement statt Sicherheitsversprechen – Paradigmenwechsel auch im kommunalen Überflutungsschutz? In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall (58), Nr. 1, S. 40–49.

Deutsches Institut für Urbanistik (2018): Kommunale Überflutungsvorsorge- Planer im Dialog. ISBN 978-3-88118-624-1. Köln, 2018.

Ziese (2016): Andauernde Großwetterlage Tief Mitteleuropa entfaltet ihr Unwetterpotenzial mit starken Gewittern und massiven Schadensgeschehen in Deutschland, DWD-Publikation, Stand: 03.06.2016.



8 Anhänge

Die Arbeitshilfe kommunales Starkregenerisikomanagement ist eine praxisorientierte Hilfestellung für die kommunalen Fachplaner und Entscheidungsträger in Nordrhein-Westfalen und dient der Bürgerinformation. Neben dem Hauptdokument gehört noch der Anhang 8.5 „Risikocheckliste“ zur eigentlichen Arbeitshilfe. Die Risikocheckliste ist ggf. mehrfach für die Risikoermittlung und Bewertung von einzelnen kritischen Objekten, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen auszudrucken und daher in der gedruckten Version der Arbeitshilfe nicht enthalten.

8.1 Anhang: Glossar

Abflussvolumen

Summe der in einem bestimmten Zeitraum abgeflossenen Wassermenge.

Abflusswirksamer Niederschlag

Auch Effektivniederschlag – Teil des Niederschlags, der als Direktabfluss wirksam wird.

Advektiver Niederschlag

Niederschlagstyp, der an horizontale Luftbewegungen gebunden ist und häufig als Dauerregen („Landregen“) auftritt.

Ausbaugrad

Bezeichnung für die Leistungsfähigkeit eines Gewässers oder einer Anlage in Bezug auf das abführbare Hochwasserereignis.

Auslassbauwerk

Bauliche Einrichtung, um den geregelten Austritt von Wasser aus Kanälen, Abwasserleitungen und Abwasserdruckleitungen zu ermöglichen.

Außengebietswasser

Wasser, das aus Außengebieten (landwirtschaftliche Flächen, Wald etc.) auf die Siedlung zufließt.

Bemessungsabfluss/Bemessungswassermenge

(Hochwasser-) Abflussmenge (in m³/s oder l/s) zur Bemessung von Hochwasserschutzanlagen unter Berücksichtigung eines evtl. vorhandenen Freibords.



Bemessungsereignis

Hochwasserereignis mit einer bestimmten Jährlichkeit zur Bemessung von Hochwasserschutzanlagen.

Bemessungsgrenze

Maximal zulässige Belastung einer Anlage entsprechend ihrer Bemessung (z. B. Hochwasserschutzanlage).

Direktabfluss

Schnell wirksamer Teil des Abflusses, Summe aus Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss.

Einstautiefe

Höhe des Wassers über Gelände (in m) in überfluteten Gebieten.

Einzugsgebiet

Teil der Erdoberfläche, der zum Wasserabfluss an einem bestimmten Gewässerquerschnitt beiträgt.

Einstauvolumen

In einem betrachteten Zeitraum in einer Muldenlage befindliches Wasservolumen.

Erosion/Bodenerosion

Abtragung lockerer Bodenteile der Erdoberfläche durch Wasser oder Wind. Ob und in welcher Höhe es zu Erosion durch den kinetischen Energieeintrag des strömenden Wassers kommt, hängt von äußeren Faktoren wie Art und Menge des Niederschlages, der Geländeform, der Vegetationsart, der Vegetationsdichte und der Landnutzung sowie den Bodeneigenschaften ab.

Flutmulden

Kleine Mulden zur Rückhaltung von Hochwasser.

Freibord

Senkrechter Abstand zwischen Wasserspiegel beim Bemessungsereignis und Deich- bzw. Dammkronen als Reserve für Windstau, Wellenschlag, Eisgang und evtl. als Sicherheitszuschlag (vgl. DIN 19712, Flusssdeiche und DIN 19700, Stauanlagen).

Gebietsniederschlag

Niederschlagshöhe, gemittelt über ein bestimmtes Gebiet.



Gefährdung

Nach Art, Ausdehnung, Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität bestimmte Gefahr.

Gefährdungsanalyse

Systematisches Verfahren zur Untersuchung der Ursachen einer Gefährdung, z. B. durch Starkregenereignisse.

Gerinne

Fließgebiet einer Strömung mit freiem Wasserspiegel.

Gewässerpflege

Teil der Gewässerunterhaltung mit landschaftsökologischem Schwerpunkt.

Gewässerunterhaltung

Erhaltung des wasserwirtschaftlich und landespflegerisch ordnungsgemäßen Zustandes des Gewässers, vor allem für den Wasserabfluss und als Lebensraum.

Hangabfluss

Niederschlagswasser, das nicht in der Fläche zurückgehalten wird, sondern aus den Hanglagen (wild) dem Gefälle folgend flächig abfließt.

Hochwasser

Gewässerzustand, bei dem der Wasserstand deutlich über dem normalen Pegelstand liegt und zu Überflutungen führen kann.

Hochwasserrisikomanagement

Mit dem „Hochwasserrisikomanagement“ hat die Europäische Union einen neuen Begriff verbindlich eingeführt. Ziel ist, durch Hochwasser bedingte Risiken nachhaltig zu minimieren. Dafür sollen auf regionaler Ebene verschiedene Disziplinen wie Wasserwirtschaft, Raumplanung, Bauleitplanung, Ver- und Entsorgung, Denkmalschutz, Katastrophenschutz und Wirtschaft in einem kontinuierlichen, zyklischen Prozess enger zusammenarbeiten und gemeinsam ein Maßnahmenpaket schnüren – den sogenannten Hochwasserrisikomanagementplan. Grundlage dieser Maßnahmen sind Hochwassergefahrenkarten, in denen die Flächen markiert werden, die bei Hochwasserereignissen an Gewässern überflutet werden können. Überflutungsrisiken infolge von Starkregen sind in Deutschland nicht in den Hochwassergefahrenkarten vermerkt.



Hochwasserrückhaltebecken

Stauanlage, deren Hauptzweck die Zwischenspeicherung und Regulierung der Abflussmenge eines Fließgewässers bei Hochwasser ist.

Hochwasserschutz

Schutz von Bevölkerung und Sachwerten vor Überschwemmungen durch Hochwasser. Für den Hochwasserschutz werden technische Maßnahmen wie Deiche, Rückhaltebecken oder Retentionszonen sowie eine organisatorische Infrastruktur eingesetzt.

Jährlichkeit

Das statistische Wiederkehrintervall eines Ereignisses (berechnet aus Überschreitungswahrscheinlichkeiten bestimmter Grenzwerte). Ein 100-jährliches Ereignis tritt im statistischen Mittel alle 100 Jahre wieder auf, was, wie bei allen statistischen Werten, nicht ausschließt, dass es sich auch in zwei aufeinanderfolgenden Jahren ereignen kann.

Kanalisation

Anlagen zur Sammlung und Ableitung von Abwasser, Regen- und Schmelzwasser durch unterirdische Kanäle.

Konvektiver Niederschlag

Niederschlagstyp, der an vertikale (aufsteigende) Luftbewegungen gebunden ist und sich häufig in Form von Schauerregen darstellt.

KOSTRA-Atlas

KOSTRA steht für „Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD“, aktuelle Fassung KOSTRA_DWD2010R. In Abhängigkeit von verschiedenen Niederschlagsdauern (5 min bis 72 h) und verschiedenen Wiederkehrzeiten (bis 100 a) werden maximale Niederschlagshöhen (in mm) und –spenden (in l/s x ha) berechnet und auf ein deutschlandweites Raster mit einer Maschenweite von 8,5 km x 8,5 km übertragen.

Maßnahmenplanung

Ermittlung und Auswahl risikovermindernder Maßnahmen aufgrund des erkannten Regulationsbedarfs.

Niederschlagsdauer

Zeitspanne zwischen Niederschlagsbeginn und -ende; auch unter Einschluss von Niederschlagsunterbrechungen.



Niederschlagshöhe

Niederschlag an einem bestimmten Ort, ausgedrückt als Wasserhöhe über einer horizontalen Fläche in einer Betrachtungszeitspanne (in mm oder l/m²).

Niederschlagsintensität

Quotient aus Niederschlagshöhe und Niederschlagsdauer.

Oberflächenabfluss

Teil des Abflusses, der als Reaktion auf ein auslösendes Ereignis (Niederschlag oder Schneeschmelze) über die Bodenoberfläche unmittelbar abfließt.

Regenwasserversickerung

Im Gegensatz zur Ableitung in einen Kanal versickert Regenwasser hier im Boden und trägt zur Grundwasserneubildung bei.

Retention

Stoff- oder Wasserrückhalt durch natürliche Gegebenheiten oder künstliche Maßnahmen.

Retentionsräume

Flächen, die bei Hochwasser ohne Gefährdung der Bevölkerung oder erhebliche Sachschäden überflutet werden können. Die Rückhaltung großer Wassermengen kann die Scheitelhöhe eines Hochwassers verringern.

Risiko

Qualitative oder quantitative Charakterisierung eines Schadens hinsichtlich der Möglichkeit des Eintreffens und der Tragweite der Schadenswirkungen. Wird im Allgemeinen als Kombination von Gefahrenpotenzial oder Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder Schadenspotenzial verstanden.

Risikoakzeptanz

Persönliche oder kollektive Bereitschaft, das subjektiv erkannte Risiko eines Zustands oder einer Handlung zu tolerieren.

Risikoanalyse

Systematische Verfahren, um ein Risiko hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Eintreffens und des Ausmaßes der Folgen zu charakterisieren und wenn möglich zu quantifizieren.



Risikobewertung

Verfahren, um die aus der Risikoanalyse gewonnenen Erkenntnisse mithilfe persönlicher oder kollektiver Kriterien auf ihre Akzeptabilität hin zu beurteilen.

Risikokommunikation

Interaktiver Prozess des Austauschs von Informationen und Meinungen über Risiken zwischen Betroffenen, Behörden und Experten zur gleichberechtigten Auswahl von Optionen.

Rückbau

Im wasserbaulichen Sinne bedeutet Rückbau die Renaturierung oder Revitalisierung von Gewässern.

Rückstauenebene

Höhe, unter der innerhalb der Grundstücksentwässerung besondere Maßnahmen gegen Rückstau aus der Kanalisation zu treffen sind. Die maßgebende Rückstauenebene wird von der örtlichen Behörde (Ortssatzung) festgelegt. Sofern von der zuständigen Behörde die Rückstauenebene nicht festgelegt worden ist, gilt als Rückstauenebene die Höhe der Straßenoberkante an der Anschlussstelle.

Rückstauklappe

Klappenverschluss, der verhindert, dass Wasser in ein Rohr eindringt. Der Verschluss schließt sich selbsttätig bei einem Rückstau.

Schaden

Negativ bewertete Konsequenz eines Ereignisses oder einer Handlung, z. B. der durch ein Starkregenereignis auftretende Wertverlust an Gebäuden, Infrastruktureinrichtungen und Flächen (abhängig von Siedlungsdichte, Nutzung, Einstautiefe und Fließgeschwindigkeit).

Schadenspotenzial

Summe der möglicherweise geschädigten Werte im gefährdeten Bereich. Das Schadenspotenzial ist nicht gleichzusetzen mit dem tatsächlichen Schadensumfang infolge eines Ereignisses, es dient vielmehr der Abschätzung des maximalen Ausmaßes, in dem Schutzgüter von Schaden betroffen sein können.

Schutzgrad

Ähnlich Ausbaugrad, aber mit Bezug auf zu schützende Güter hinter Hochwasserschutzanlagen.



Starkregen

Seltene, meist lokal begrenzte Regenereignisse mit großer Niederschlagsmenge, die wegen ihrer Intensität ein schwer zu kalkulierendes Überschwemmungsrisiko darstellen. Die verursachenden Niederschläge sind meist von sehr geringer räumlicher Ausdehnung und kurzer Dauer (konvektive Niederschlagsereignisse). Laut Definition des Leifadens „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden Württemberg“ handelt es sich ab einer Menge von 5 mm innerhalb von 5 Minuten bzw. ab 20 mm in einer Stunde um Starkregen. Der Deutsche Wetterdienst warnt in 2 Stufen vor Starkregen: 1) Markante Wetterwarnung (Regenmengen ≥ 10 mm/1 Std. oder ≥ 20 mm/6 Std.) und 2) Unwetterwarnung (Regenmengen ≥ 25 mm/1 Std. oder ≥ 35 mm/6 Std.).

Starkregenrisiko

Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit eines Oberflächenabflusses nach einem Starkregenereignis und der überflutungsbedingten potenziellen nachteiligen Folgen bzw. Schäden (Gefahr für die menschliche Gesundheit, Schäden an Objekten und Infrastruktur).

Sturzflut

Von einer Sturzflut spricht man, wenn innerhalb von sechs Stunden nach einem starken Regenereignis oder einem Dammbbruch bzw. Durchbruch einer anderen Barriere plötzlich große Wassermengen über ein Gebiet hereinbrechen (nach NOAA).

Treibsel, Treibgut

Schwimmfähiges Material, das besonders bei Hochwasser angetrieben wird.

Überflutung (aus Kanalisation)

Zustand, bei dem Schmutz- und/oder Regenwasser aus einem Entwässerungssystem entweichen, nicht in dieses eintreten können, auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen.

Überschwemmung

Austritt von Wasser und mitgeführten Feststoffen aus hochwasserführenden Gewässern in die Umgebung mit meist langsamer Anstiegsgeschwindigkeit.

Überschwemmungsgebiete

Flächen, die nach dem Ausuferen von hochwasserführenden Gewässern bei einem Abfluss mit einer Wiederkehrzeit von 100 Jahren überflutet sein können.



Überstau (eines Kanals)

Zustand, bei dem der Wasserstand die Geländeoberkante erreicht oder Wasser aus dem Kanalnetz auszutreten beginnt, wenn zufließendes Wasser vom Kanal nicht mehr aufgenommen werden kann.

Unwetter/Extremwetterereignis/Wetteranomalie

Sammelbegriffe für extreme Wetterereignisse. Diese Wetterereignisse bewirken oft hohe Sachschäden, Katastrophen und Lebensgefahr für viele Menschen. Der DWD definiert folgende Ereignisse als Unwetter, wenn die genannten Schwellen überschritten werden:

Bezeichnung	Kriterien
Gewitter	mit Hagel (Körner größer als 1,5 cm) oder mit Starkregen oder mit Sturm oder Orkan
Sturm	Orkanartige Böen von 11 Bft. (in 10 m Höhe gemessen)
Orkan	mind. 12 Bft. (in 10 m Höhe gemessen)
Starkregen Extrem heftiger Starkregen	mehr als 20 l/m ² in 1 Stunde oder mehr mehr als 35 l/m ² in 6 Stunden ab 40l/m ² in 1 Stunde
Dauerregen	mehr als 40 l/m ² in 12 Stunden oder mehr als 50 l/m ² in 24 Stunden oder mehr als 60 l/m ² in 48 Stunden

Verkläusung

Ansammlung von Treibgut in oder am Gewässer, was zu einer Erhöhung des Wasserspiegels führen kann.

Versiegelungsgrad

Anteil der bebauten Flächen innerhalb eines Gebietes, auf denen durch Gebäude, Verkehrsflächen etc. keine natürliche Versickerung von Regenwasser stattfinden kann.

Vorflut

Möglichkeit des Wassers und Abwassers, mit natürlichem Gefälle oder durch künstliche Hebung abzufließen (natürliche und künstliche Vorflut).

Vorfluter

Der Vorflut dienendes Gewässer.



Vulnerabilität

Im Bereich der Naturrisiken beschreibt die Vulnerabilität die Verletzbarkeit und die möglichen Schäden im Ereignisfall. Damit bezieht sich die Vulnerabilität vorrangig auf den Menschen und seine Errungenschaften (Mensch-Natur-Verhältnis) und nicht auf die Störung von Naturzusammenhängen.

Zwischenabfluss

Teil des Abflusses, der dem Vorfluter als Reaktion auf ein auslösendes Ereignis (Niederschlag oder Schneeschmelze) aus den oberflächennahen Bodenschichten zugeflossen ist.

8.2 Anhang: Projektbeispiele

Informationen und Beispiele für Projekte

- **Stark gegen Starkregen und Starkregengefahrenkarte Unna**

Die Kampagne „Stark gegen Starkregen“ des Lippeverbandes und der Stadt Unna im Rahmen des EU-geförderten Projekts "Future Cities" soll Bürger und Stadtverwaltungen für die Folgen von Starkregen sensibilisieren, sie über geeignete Vorsorgemaßnahmen informieren und aktivieren.

<https://starkgegenstarkregen.de/>

Unna ist die erste Stadt in Deutschland, die den Future Cities Anpassungskompass umgesetzt und sich aktiv an der Kampagne „Stark gegen Starkregen“ beteiligt hat. Daraus resultiert die Starkregenkarte Unna, die Fließwege und Überflutungen bei Starkregen darstellt.

<http://starkgegenstarkregen.de/starkregenkarte/>

- **Netzwerk Hochwasser und Überflutungsschutz der Kommunalagentur NRW**

Die Kommunalagentur unterstützt die dem Netzwerk angehörigen Kommunen bei der Informations- und Öffentlichkeitsarbeit und bietet Beratung zu Finanzierung und Förderung von Maßnahmen, Beurteilung von technischen Lösungen und Förderung, Begleitung von Abstimmungsgesprächen innerhalb der Verwaltung, Teilnahme an Ratssitzungen und Bürgerversammlungen oder Gesprächen mit Aufsichtsbehörden.

<https://www.kommunalagenturnrw.de/technik-und-umwelt/hochwasservorsorge/>

- **Zukunftsinitiative „Wasser in der Stadt von morgen“**

Die Initiative des Landes NRW, der Emschergenossenschaft und der Emscher-Kommunen soll die Handlungsgrundlagen und Optionen für innovative ökologische Stadtentwicklung erweitern und die Weichen dafür stellen, durch verstärkte Planungs Kooperation Investitionsmittel und neue Fördermöglichkeiten zu erschließen.

<http://www.emscher-regen.de>



- **Das HochwasserKompetenzCentrum (HKC)**

Der eingetragene Verein bildet ein Netzwerk aus Hochwasserbetroffenen, Politik und den unterschiedlichsten Hochwasserrisikomanagement-Akteuren. Durch den entstehenden Dialog fördert die Arbeit des HKC die örtliche Hochwasservorsorge und die Sensibilisierung. Wissenschaft und Praxis werden beim HKC im Sinne eines ganzheitlichen Hochwasserrisikomanagements zusammengeführt und damit die nachhaltige Entwicklung, Bereitstellung und Vermittlung von Fachkompetenzen gefördert. Die vom HKC herausgegebene Broschüre "Hochwasser und Starkregen - Gefahren - Risiken - Vorsorge und Schutz" bietet umfassende Informationen.

Das HKC bietet außerdem den Hochwasserpass an, ein Dokument zur Standortanalyse und Bewertung von bestehenden oder geplanten Privat- und Gewerbeimmobilien in hochwassergefährdeten Gebieten: <https://www.hochwasser-pass.com/> und <https://www.hkc-online.de/>.

8.3 Anhang: Abgrenzung zu den Aufgaben der Siedlungsentwässerung

Nach § 46 Abs. 1 LWG NRW obliegt den Kommunen in Nordrhein-Westfalen die Abwasserbeseitigungspflicht. Die Kommunen müssen als Abwasserbeseitigungspflichtige öffentliche Entwässerungssysteme nach den Regeln der Technik ausrichten. Dabei sind die Bemessungsvorgaben nach der jeweiligen Gebietsnutzung gestaffelt (DIN EN 752, DWA-A 118).

Die Abwasserbeseitigungspflicht umfasst auch das Aufstellen von Abwasserbeseitigungskonzepten (ABK). Mit dem ABK legen die Kommunen der zuständigen Behörde alle 6 Jahre eine regelmäßige Übersicht über den Stand der öffentlichen Abwasserbeseitigung sowie deren zeitliche Abfolge und die geschätzten Kosten der geplanten Maßnahmen zur Erfüllung ihrer Pflichten nach § 46 Abs. 1 LWG vor.

Bestandteil der ABK ist seit der LWG-Novelle 2016 nach § 47 Abs. 3 LWG auch die Darstellung von Maßnahmen zur Klimaanpassung. Somit werden die Abwasserbeseitigungskonzepte bis 2022 sukzessive ergänzt.

Kommunaler Überflutungsschutz soll den Schutz von Bebauung und Infrastruktur vor eindringendem Wasser unter Berücksichtigung empfohlener (maximaler) Überstau- bzw. Überflutungshäufigkeiten gewährleisten. Kommunaler Überflutungsschutz betrachtet häufige und seltene Niederschlagsereignisse (Starkregenszenario 1), d. h. die Bemessung der Kanalisation auf Überstaufreiheit (für häufige Niederschlagsereignisse) bzw. die schadlose Überflutung (Starkregenszenario 1).

Die DIN EN 752 empfiehlt in diesem Zusammenhang ausdrücklich eine Risikoabschätzung bzgl. der Auswirkung von Starkregen: *„Regenwassereinleitungen und -kanäle sind so zu bemessen, dass Überflutungen begrenzt werden. Die Überflutung bei sehr starken Niederschlägen 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 Aufgabe des kommunalen Überflutungsschutzes, d. h. die Verantwortlichkeit für Niederschlagsereignisse oberhalb der Bemessungsgrenze der Kanalisation (Starkregenszenario 1) steht damit im Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigungspflicht der Kommunen. Die Kommunen liefern im Zusammenspiel mit der Grundstücksentwässerung einen wesentlichen Grundbeitrag zur Überflutungsvorsorge (kommunaler Überflutungsschutz), wobei das hierdurch leistbare Schutzniveau seine Grenzen bei den Starkregenszenarien 2 und 3 hat, die weit über den Bemessungsvorgaben der Entwässerungsinfrastruktur liegen.

Gemäß § 54 Abs. 1 WHG definiert das gesammelt abfließende Niederschlagswasser aus dem Bereich der bebauten oder befestigten Flächen als Abwasser. Sogenanntes wild abfließendes Wasser bzw. Außengebietswasser ist, solange es nicht gesammelt, gefasst und abgeleitet wird, kein Abwasser. Die Berücksichtigung dieses Wassers ist, sofern es einem erschlossenen Siedlungsgebiet zufließt, eine kommunale Pflichtaufgabe im Rahmen der hochwassersicheren Erschließung (BGH-Urteil vom 18.02.1999). Dabei ist grundsätzlich durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass Außengebietswasser nicht in die Kanalisation gelangt, sondern im Rahmen des kommunalen Überflutungsschutzes berücksichtigt wird. Außengebietswasser, das infolge von häufigen bzw. seltenen Niederschlagsereignissen in Ausnahmefällen unvermeidbar gesammelt und gefasst wird sowie der Kanalisation zugeführt wird, muss im Rahmen der Kanalisationsplanung berücksichtigt werden. In diesem Fall handelt es sich um Abwasser, bei der Kanalisationsplanung sind die Regeln der Technik (insbesondere DWA-M 182 „Fremdwasser in Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden“) zu beachten.

8.3.1 Anforderungen an den kommunalen Überflutungsschutz

Die Aufgabe des Abwasserpflichtigen liegt zunächst in der Bemessung der Kanalisation für die Lastfälle Überstau (Vollfüllung der Kanalisation und Einstau bis zur Gelände-/Straßenoberkante) und Überflutung.

Die einzuhaltenden Anforderungen ergeben sich aus DIN EN 752 in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118 und sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Festlegung der einzuhaltenden Anforderungskriterien für die Lastfälle Überstau und Überflutung erfolgt in Abhängigkeit von der Örtlichkeit und der Flächennutzung/Siedlungsstruktur. Hierbei wird zwischen ländlichen Gebieten, Wohngebieten, Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebieten sowie unterirdischen Verkehrsanlagen und Unterführungen unterschieden.

Für den Nachweis der Überstaufreiheit sind Jährlichkeiten von 1 bis 5 Jahren, in Einzelfällen auch 10 Jahren vorgesehen. Ziel der Bemessung ist der Nachweis der Überstaufreiheit der Kanalisation (Einstau sowie Vollfüllung der Kanalisation, zumeist bis zur Gelände-/Straßenoberkante).

Für den Nachweis der Überflutungsfreiheit bei seltenen Niederschlagsereignissen liegen die Jährlichkeiten zwischen 10 bis 30 Jahren, in Einzelfällen auch 50 Jahren.

Die vorgenannten Jährlichkeiten finden im Regelfall nur im Bereich der Neuplanung Anwendung. Für bereits bestehende Entwässerungssysteme gilt die Mindestleistungsfähigkeit (überstaufreier Betrieb) mit abgestuften Überstauhäufigkeiten. Hierfür sind Jährlichkeiten zwischen 1 und 5 Jahren vorgesehen.



Tabelle 7: Empfohlene Überstauhäufigkeiten „Neuplanung/Sanierung“ und „Bestand“ nach DWA-A 118 (2006) und ATV-DVWK (2004)

Örtlichkeit/Nutzung	Überstauhäufigkeiten ¹⁾	
	Entwurf/Neuplanung	Bestehende Systeme ²⁾
	1-mal in „n“ Jahren	
Ländliche Gebiete	1 in 2	-
Wohngebiete	1 in 3	1 in 2
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5	1 in 3
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10	1 in 5

¹⁾ Werte als „Mindestleistungsfähigkeit“ bestehender Systeme nach ATV-DVWK (2004)
²⁾ Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände i. d. R. unmittelbar eine Überflutung einhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen. Hier entsprechen sich Überstau- und Überflutungshäufigkeiten mit dem in Tabelle 1 genannten Wert „1 in 50“!

Es ist weiterhin festzustellen, dass die Anforderungen (DIN EN 752 in Verbindung mit dem Arbeitsblatt DWA-A 118) an die Überstau- und Überflutungshäufigkeit sowohl bei der Neuplanung von Entwässerungssystemen als auch bei schon bestehenden Systemen in den vergangenen Jahren sukzessive gestiegen sind.

Insbesondere die Anpassung der Mindestleistungsfähigkeit in Bestandssystemen kann jedoch nur über längere Zeiträume erreicht werden.

8.3.2 Erhöhte Anforderungen aus den Folgen des Klimawandels

Grundsätzlich sind die Abwasserbeseitigungspflichtigen nicht dazu verpflichtet, die Kanalisation für extreme Niederschlagsereignisse auszulegen. Eine Dimensionierung der Kanalisation gem. der im vorherigen Kapitel benannten Häufigkeiten ist ausreichend.

Durch die Regelungen in § 54 (Ziffer 7) LWG besteht für den Abwasserbeseitigungspflichtigen die Möglichkeit, auf freiwilliger Basis auch Planungen über die schadlose Ableitung größerer, im Regelwerk bisher nicht verbindlich vorgeschriebener Jährlichkeiten hinaus, zu entwickeln und umzusetzen. Die Grundlage derartiger Überlegungen sollte eine Schadens- und Risikoabschätzung bilden, die die Auswirkungen extremer Niederschlagsereignisse auf Personen und Sachgüter betrachtet sowie die Machbarkeit konkreter Maßnahmen beleuchtet.

Weiterhin kann aber auch im Einzelfall bei Jährlichkeiten, die nur in geringem Umfang über das im Regelwerk geforderte Maß hinausgehen, eine bauliche oder betriebliche Anpassung der Kanalisation sinnvoll sein.



Dabei zeigt sich allerdings häufig, dass die alleinige Anpassung der bestehenden Entwässerungssysteme nicht zielführend ist. Vielmehr ist eine ganzheitliche Betrachtung der Siedlungsflächen im Zusammenspiel von Stadtplanung, Entwässerungsplanung und Krisenmanagement erforderlich.

8.3.3 Möglichkeiten für Kommunen und Privathaushalte

Im Regelfall ist nur durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit aller betroffenen Fachgebiete der kommunalen Ebene eine signifikante Verbesserung der Entwässerungssituation zu erzielen.

Für die Kommune in ihrer Funktion als Abwasserbeseitigungspflichtige sind beispielsweise folgende Maßnahmen möglich:

- Optimierung bestehender Entwässerungssysteme durch Steuerung der vorhandenen Rückhaltevolumina - Implementierung von Kanalnetzsteuerungen und Sicherstellung der Auslastung des Kanalnetzes durch Optimierung und Erweiterung der Straßeneinläufe
- Neubau von Rückhaltevolumina im Netz
- Schaffung von zielgerichteter temporärer Flutung geeigneter Flächen
- Begrenzung der zulässigen Niederschlagsabflüsse angeschlossener Grundstücke (nach DIN 1886-100)
- Ausrüstung der Sinkkästen mit bei großem Straßenabfluss hochwirksamen Einläufen

Weniger wirksam, aber grundsätzlich anstrebenswert ist die Abkoppelung abflusswirksamer Flächen und ortsnahe Versickerung.

Daneben ist im privaten Bereich vor allem auf das Vorhandensein entsprechender Schutzeinrichtungen, z. B. Rückstausicherungen, sowie regelmäßig auf deren Zustand und Funktionsfähigkeit zu achten.

Soweit durch die Kommune im Rahmen einer Risikoabschätzung für Privathaushalte entsprechende Gefährdungen ermittelt wurden, sind ggf. weitere bauliche Schutzmaßnahmen im privaten Bereich umzusetzen.

8.3.4 Abgrenzung zwischen kommunalem Überflutungsschutz und kommunalem Starkregenrisikomanagement

Kommunaler Überflutungsschutz betrachtet lediglich häufige oder seltene Niederschlagsereignisse, bei denen die Kanalisation zumindest noch einen gewissen Einfluss auf die Überflutungssituation an der Oberfläche hat und ggf. mengenmindernd bei der Überflutungsberechnung berücksichtigt werden kann (Starkregenszenario 1).

Demgegenüber betrachtet das kommunale Starkregenrisikomanagement sowohl seltene als auch extreme (Oberflächen-) Abflussereignisse (Starkregenszenarien 1, 2 und 3).

Bei diesen Ereignissen spielt der Abfluss in die Kanalisation in der Regel keine Rolle mehr. Das Kanalsystem hat bereits zuvor seine Leistungsfähigkeit erreicht, zusätzliche Wassermengen kön-



nen von der Kanalisation nicht mehr aufgenommen und abgeführt werden. Der Gebietsabfluss findet entsprechend überwiegend an der Oberfläche statt. Den Siedlungsgebieten zufließendes Außengebietswasser kann den Gesamtabfluss bei solchen Niederschlagsereignissen nochmals deutlich erhöhen.

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

Fazit

- Kernaufgabe des kommunalen Überflutungsschutzes: Bewältigung von seltenen Niederschlagsereignissen (Wiederkehrzeiten von 1 bis 5 (10) bzw. 10 bis 30 (50) Jahren (Starkregenszenario 1)).
- Die Grundlagenermittlung und eventuell notwendige Maßnahmen sind vom Abwasserbeseitigungspflichtigen durchzuführen.
- Anfallendes Außengebietswasser, das in der Kanalisation bei häufigen oder seltenen Niederschlagsereignissen abfließt, ist –soweit nicht vermeidbar- ebenfalls Abwasser und als solches entsprechend mit zu berücksichtigen.
- Kommunales Starkregenrisikomanagement betrachtet seltene bis hin zu extremen Abflussereignissen (Szenarien 1, 2 und 3). Die Wiederkehrzeiten liegen über den betrachteten Jährlichkeiten des kommunalen Überflutungsschutzes.



8.4 Anhang: Mindestanforderung an den Inhalt von Gutachten zum Starkregenrisikomanagement

Im Wesentlichen sind für die Analyse der Überflutungsgefährdungen folgende Vorgehensweisen zu nennen (s. auch Arbeitshilfe Kap. 2 Tabelle 2):

1. **Vereinfachte Gefährdungsabschätzung** auf Basis der Geländestruktur (Fließwege, Mulden, Visualisierung des Geländemodells), der Bebauung und ggf. Erfahrungen mit abgelaufenen Ereignissen. Diese Gefährdungsabschätzung dient als Vorbereitung für erste Gespräche zwischen Kommune und Bezirksregierung zur Feststellung der Förderfähigkeit.
2. **Topografische Gefährdungsanalyse** mithilfe von GIS zur Ermittlung von Fließwegen und potenziell betroffenen Bereichen.
3. **Hydronumerische instationäre zweidimensionale Modellierung** mit Überflutungssimulation für ausgewählte Bereiche mit hohem Schadenspotenzial. Dieses ist das aufwendigste, detaillierteste und genaueste Verfahren.

8.4.1 Anwendungshinweis

Die Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement formuliert Empfehlungen zur Durchführung von Gefährdungs- und Risikoanalysen für starkregenbedingte Überflutungen, die in einem integrierten Handlungskonzept münden. Die vorliegende Mindestanforderung fasst die Vorgehensweise, die Anforderungen und den Mindestumfang der erforderlichen Risikobetrachtungen mit einer hydronumerischen instationären zweidimensionalen Modellierung und des daraus abgeleiteten Handlungskonzeptes zusammen. Die Erstellung eines Starkregenrisikomanagementkonzeptes ist gemäß der aktuellen Förderrichtlinie zur Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie vom 11. April 2017 (FöRL HWRM/WRRL) nur förderfähig, wenn die Vorgaben dieser Mindestanforderung eingehalten werden. Die Mindestanforderung soll Kommunen überdies als Orientierungshilfe für die Einholung und Wertung von Angeboten entsprechender Ingenieurdienstleistungen dienen.

8.4.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Für das vorgegebene Untersuchungsgebiet soll eine qualifizierte Grundlage zur Bewertung der Überflutungsgefahren und des Überflutungsrisikos aus Starkregenereignissen erarbeitet werden. Darauf aufbauend ist ein ganzheitliches kommunales Handlungskonzept zur Minderung von Überflutungsschäden durch Starkregen zu erstellen. Die Arbeiten sind gemäß der ‚Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement‘ und den darin vorgegebenen Standards durchzuführen.

Die Entwicklung des kommunalen Starkregenrisikomanagementkonzeptes vollzieht sich hiernach in drei Stufen:

1. Hydraulische Gefährdungsanalyse: Ergebnis sind die Starkregengefahrenkarten
2. Risikoanalyse
3. Handlungskonzept zum Starkregenrisikomanagement



8.4.3 Hydraulische Gefährdungsanalyse

8.4.3.1 Ziel der Gefährdungsanalyse

Durch topografische Gefährdungsanalyse oder 2D-Modellierung sollen Starkregengefahrenkarten mindestens für die Starkregenszenarien 2 und 3 erstellt werden. Empfohlen wird ebenfalls eine Berechnung für das Starkregenszenario 1. Für die hydraulische Modellierung ist derzeit keine zu verwendende Modellsoftware vorgegeben. Die Berechnungen müssen hydronumerisch instationär zweidimensional durchgeführt werden. Durchlässe, Verrohrungen, Unterführungen, Mauern und hohe, abflussrelevante Bordsteine, Bauwerke als Abflusshindernisse, Dämme, Wälle und Gräben müssen - sofern diese abflussrelevant sind - im Modell mit hinreichender Genauigkeit berücksichtigt werden. Für die Starkregenszenarien 2 und 3 sollte im hydraulischen Modell davon ausgegangen werden, dass die Verrohrungen verlegt, d. h. hydraulisch nicht wirksam sind.

Die Starkregengefahrenkarten müssen für die genannten Szenarien und Annahmen die zu erwartenden Abflussverhältnisse und Überflutungszustände darstellen.

8.4.3.2 Vorgehensweise bei der Gefährdungsanalyse

Es ist eine topografische Gefährdungsanalyse oder 2D-Modellierung durchzuführen. Diese erfolgt auf der Grundlage des digitalen Geländemodell DGM1, welches durch Geobasis NRW (Open Data) bezogen werden kann. Dieses Geländemodell ist bezüglich der oberflächigen Hauptfließwege zu ergänzen und nach Erfordernis anzupassen.

Für die zu betrachtenden Oberflächenabflussszenarien sind die Niederschlagswerte, die durch das LANUV zur Verfügung gestellt werden, als Belastungsgrößen zugrunde zu legen. Besonders relevante Bauwerke bzw. Elemente der Siedlungsentwässerung und des Überflutungsschutzes (z. B. größere Rückhaltebecken, Hauptsammler, bekannte Hauptüberstauungspunkte, Notentlastungen) sollen in ihrer Wirkung im 2D-Modell zumindest vereinfacht nachgebildet werden. Zur Prüfung, Validierung und sukzessiven Optimierung des Simulationsmodells sind mehrere Berechnungsläufe durchzuführen, die Ergebnisse mit dem Auftraggeber durchzusprechen und erforderliche Korrekturen bis zur abschließenden Berechnung in das Modell einzuarbeiten. Hierbei sollen ggfs. Erfahrungen aus früheren Überflutungsereignissen eingespeist werden.

Die Endergebnisse der Abflusssimulationen sind für jedes Oberflächenabflussereignis (Szenario) in Ausdehnungs- und Tiefenkarten sowie einer Übersichtskarte und einer Animation zu visualisieren. Die Arbeitsschritte sind in einem Erläuterungsbericht zu dokumentieren und zusammen mit allen erhobenen und ermittelten Fachdaten digital zu übergeben. Der Auftraggeber erwirbt die Rechte an den Ergebnissen der 2D-Modellierung, die entsprechend an den Auftraggeber (und die Bezirksregierung) übergeben werden müssen.



8.4.3.3 Grundlagendaten

Folgende Grundlagendaten des Untersuchungsgebietes sind zu berücksichtigen:

- ALKIS, ATKIS, u.a. mit dem DGM / DGM1L und den Orthophotos (www.geobasis.nrw.de)
- Daten der Niederschlagsbelastung vom LANUV
- Zusammenfassende Kanalnetzinformationen (Netzstruktur, Sonderbauwerke, Ergebnisse von Überstauberechnungen, bekannte Überlastungspunkte usw.)
- Gewässerplan inkl. Gewässerverrohrungen
- Orthophotos
- ggf. weitere spezifische Grundlagendaten der Kommune

Neben den Grundlagendaten können weitere Geodaten auch über das zentrale Landesportal <https://www.geoportal.nrw/> recherchiert werden.

8.4.3.4 Anforderung an die Überflutungssimulation

Die Berechnungen sind mit einem hydraulischen Simulationsmodell bzw. -programm durchzuführen, das die oberflächigen Überflutungsvorgänge über zweidimensionale, tiefengemittelte Strömungsgleichungen berechnet.

Simulationsmodelle, die das vollständige Gleichungssystem der zweidimensionalen Flachwassergleichungen verwenden, liefern prinzipiell genauere Berechnungsergebnisse als Modelle, bei denen einzelne Terme des oben genannten Gleichungssystems vernachlässigt werden (z. B. Trägheit, Beschleunigung, Druckgradient). Dennoch sind auch instationäre Strömungsmodelle mit angemessenen Vereinfachungen des oben genannten hydronumerischen Berechnungsansatzes zulässig. Ihr Vorteil liegt im Allgemeinen in einem geringeren Aufwand für die Modellerstellung sowie in kürzeren Simulationszeiten. Bei der Abgabe von Angeboten ist von Planungsdienstleistern klar auszuweisen, welches Modell mit welchem hydraulischen Berechnungsansatz verwendet wird und welche Vereinfachungen die Berechnungsmethode aufweist. Dies ist bei der Wertung von Angeboten in Abwägung der Kosten-Nutzen-Betrachtung einzubeziehen.

Einige Modelle verwenden ein regelmäßiges Raster als Geländeoberfläche, andere beschreiben die Geländeoberfläche mittels unregelmäßiger Dreiecke bzw. Vierecke mit zusätzlich eingebauten Bruchkanten (Gitternetz; triangulated irregular network). Beide Modellansätze sind zulässig. Es ist jedoch sicherzustellen, dass durch eine etwaige Umwandlung des ursprünglichen Geländemodells die kleinräumigen Höhenverhältnisse nicht unsachgemäß verfälscht (vereinfacht) werden und die kleinräumigen lokalen Strukturen (z. B. Mauern) zusätzlich hydraulisch sinnvoll integriert werden können.

Eine duale Abfluss- und Überflutungssimulation, bei der eine Kopplung der Abflussvorgänge im Kanalnetz mit dem 2D-Modell erfolgt, wird nicht gefordert. Wie die Entwässerungsinfrastruktur zu behandeln ist, wird in Kapitel 8.4.3.6 erläutert.



8.4.3.5 Aufbereitung des Geländemodells

Das zur Verfügung gestellte Geländemodell ist die Grundlage für die Erfassung der topografischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet. Es ist davon auszugehen, dass das derzeitige vorliegende Geländemodell kaum kleinräumliche Strukturen, wie z. B. Mauern oder Bordsteinkanten enthält und damit die oberflächigen Fließwege und Abflusshindernisse nicht realistisch wiedergibt. Daher ist das Geländemodell zu prüfen und zielgerichtet zu verfeinern.

Dies gilt insbesondere für Unterführungen, Brückenunterquerungen, verrohrte Gewässerabschnitte, Gräben, Dämme, Mauern, Verwallungen und Ähnliches. Gebäude und vergleichbare Hochbauten sind nicht in das Geländemodell einzubauen. Diese müssen nur im 2D-Modell berücksichtigt werden und sind in diesem als nicht durchströmbare Abflusshindernisse abzubilden.

Eine Nacherfassung von Bordsteinkanten oder ähnlichen oberflächigen Leitstrukturen ist in der Regel nur erforderlich, sofern diese für die sachgerechte Nachbildung der Abflussvorgänge von Bedeutung sind. Es ist davon auszugehen, dass dies nur in einigen wenigen kleinen Bereichen der Fall sein wird.

8.4.3.6 Erfassung von Entwässerungsinfrastruktur und Gewässern im hydraulischen Modell

Die Ableitungskapazität und Wasseraustritte aus der Kanalisation auf die Geländeoberfläche müssen bei allen betrachteten Oberflächenabflussszenarien nicht im Detail berücksichtigt werden. Jedoch ist die lokale Wirkung der Kanalisation einschließlich der Sonderbauwerke zumindest beim Szenario 1 angemessen zu berücksichtigen. Dies kann insbesondere für Situationen von Relevanz sein, bei denen durch die unterirdische Entwässerungsinfrastruktur Abflüsse in ein anderes hydrologisches Teilgebiet überführt werden und die dortige Überflutungssituation deutlich verschärfen.

Zur vereinfachten Berücksichtigung des Kanalnetzes können beispielsweise ein pauschaler prozentualer Abschlag beim Abflussvolumen angesetzt oder bekannte bzw. vorab identifizierte Überlastungsschwerpunkte als Punktquellen modelltechnisch abgebildet werden. Es empfiehlt sich, vorliegende Ergebnisse hydrodynamischer Kanalnetzberechnungen (vorzugsweise für $T \geq 20$ a) hierzu auszuwerten.

Das Speichervermögen von Rückhaltebauwerken, die auf Wiederkehrzeiten $T \geq 20$ a ausgelegt sind, soll durch die Definition von "Abflusssenken" oder wirkungsgleiche Methoden weitgehend volumengetreu berücksichtigt werden. Dies betrifft sowohl Rückhaltebecken am Siedlungsrand als auch innerhalb der Kanalisation.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die entwässerungstechnische Anbindung von Außengebietszuflüssen an die Kanalisation zu legen. Hierbei ist zu prüfen, welche Wassermengen im Starkregenfall tatsächlich geordnet ein- bzw. abgeleitet werden können, ob eine modelltechnische Abbildung über eine Senken-Quellen-Funktionalität angezeigt ist und ob oberflächige Abflusswege sachgerecht im Modell wiedergegeben werden.

Die Abflusskapazitäten kleiner Gewässer müssen im 2D-Modell zumindest näherungsweise abgebildet werden, sofern sie einen nennenswerten Einfluss auf die Überflutungsverhältnisse haben. Dies kann unmittelbar über eine entsprechende Erfassung des Gewässerprofils im digitalen



Geländemodell oder vergleichbare Abbildungsmethoden im 2D-Modell erfolgen. Verrohrte Gewässerabschnitte mit Relevanz für die Überflutungssituation sind ebenfalls modelltechnisch abzubilden, z. B. über eine Senken-Quellen-Funktionalität oder als unterirdisches Ableitungselement. Ist eine ausgeprägte Einleitung von Entlastungsabflüssen aus der Kanalisation zu erwarten, sollte diese zumindest vereinfacht abgebildet werden.

8.4.3.7 Ortsbegehungen

Im Zuge der Modellerstellung sowie zur Plausibilisierung der berechneten Abflusswege sind neutralgische Punkte bzw. Bereiche des Untersuchungsgebietes durch Ortsbegehungen in Augenschein zu nehmen. Sollte sich hierbei zeigen, dass die modelltechnische Abbildung die realen Gegebenheiten nicht hinreichend genau wiedergibt, ist das Simulationsmodell entsprechend anzupassen.

8.4.3.8 Simulationsergebnisse und Ergebnispläne

Die Berechnungsergebnisse sind in Starkregengefahrenkarten darzustellen. Die Blattsschnitte und Maßstäbe sind durch den Auftraggeber vorzugeben (Übersichtskarten: ca. DIN A1, Detailkarten: ca. Maßstab 1: 2.500).

In den folgenden Karten müssen die in Kapitel 8.4.4.4 erfassten Risikoobjekte dargestellt werden. Im Einzelnen sind folgende Ergebnisdarstellungen anzufertigen:

- Überflutungsausdehnungskarten:
 - Die maximale Überflutungsausdehnung der Szenarien 1, 2 und 3 in einer Karte.
- Überflutungstiefenkarten:
 - Übersichtsdarstellung des Bearbeitungsgebiets je Szenario, mit der maximalen Ausdehnung der Überflutung und der maximalen Überflutungstiefe
 - Detaildarstellung der maximalen Ausdehnung der Überflutung und der maximalen Überflutungstiefe je Szenario
- Fließgeschwindigkeitskarten (optional): je Szenario eine Darstellung der maximalen Fließgeschwindigkeiten in Kombination mit der zugehörigen Überflutungsausdehnung
- Animationen der Überflutungsausdehnung: für das Szenario 2 und 3. Jeweils eine Animation zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Überflutungsausdehnung. Die Animationen sollten in 24 5-Minuten-Zeitschritten (eine Stunde Niederschlagsphase und eine Stunde Nachlauf) für eine ansprechende visuelle Qualität der Animation erfolgen.
- Die Vorgehensweise ist in einem Erläuterungsbericht zu dokumentieren.

8.4.3.9 Dokumente und Daten

Mit Abschluss der Gefährdungsanalyse müssen dem Auftraggeber (und der Bezirksregierung) sämtliche Ergebnisdaten übergeben werden.

Die Anzahl von Druckexemplaren an Berichten und Plänen ist durch die Kommune festzulegen. Alle Dokumente sind als PDF-Dokument anzufertigen.



8.4.4 Risikoanalyse

8.4.4.1 Ziel der Risikoanalyse

Die Risikoanalyse zielt darauf ab, besonders risikobehaftete Siedlungsbereiche, Gebäude und Infrastruktureinrichtungen zu identifizieren und zwischen Bereichen mit unterschiedlich hohen Ausmaßen an zu erwartenden Schäden bzw. Gefahren für die menschliche Gesundheit, d. h. unterschiedlich hohen Überflutungsrisiken, zu differenzieren. Der Fokus liegt hierbei auf öffentlichen Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen (kommunale Risikoanalyse). Dies soll nicht durch ein standardisiertes Verfahren, sondern auf Grundlage vorhandener Ortskenntnisse, unter Einbezug aller betroffenen Fachabteilungen in der Kommune (Tiefbauabteilung, Stadtplanung, Straßenbau, Feuerwehr, Bildung und Soziales, Gebäude und Liegenschaften usw.) erfolgen.

8.4.4.2 Vorgehensweise bei der Risikoanalyse

Auf der Grundlage der erstellten Starkregengefahrenkarte ist eine Einschätzung der örtlichen Überflutungsrisiken zu treffen. Hierzu ist die ermittelte und in den Starkregengefahrenkarten dargestellte Überflutungsgefährdung mit dem örtlichen Schadenspotenzial (kritische Objekte) zu verknüpfen (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 3). Auf Grundlage der Starkregengefahrenkarte soll das lokal variierende Überflutungsrisiko bewertet werden. Von dieser Bewertung lassen sich im Zuge der nachfolgenden Entwicklung des integrierten Handlungskonzeptes erforderliche Maßnahmen ableiten.

Die Risikoanalyse erfolgt in drei nacheinander zu vollziehenden Schritten:

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

Wurde auf Basis der Hochwassergefahrenkarten noch keine kommunale Risikoanalyse durchgeführt, bietet es sich an, eine gemeinsame Risikoanalyse für das Starkregen- und das Hochwasserrisikomanagement zu erstellen. Sollte bereits eine Risikoanalyse auf Basis der Hochwassergefahrenkarten vorliegen, ist diese zu überprüfen bzw. in der Analyse mit einzubeziehen.

8.4.4.3 Auswertung der Starkregengefahrenkarten

Die Starkregengefahrenkarten zeigen an, in welchen Bereichen bei unterschiedlichen Oberflächenabflussszenarien große Überflutungstiefen, Überflutungsausdehnungen oder hohe Fließgeschwindigkeiten zu erwarten sind. Durch Auswertung der Starkregengefahrenkarten sind die besonders überflutungsgefährdeten Siedlungsbereiche, Objekte und Anlagen herauszuarbeiten und zu benennen (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 3.1).



8.4.4.4 Ermittlung und Bewertung kritischer Objekte

Im Zuge der Schadenspotenzialanalyse sind die kritischen öffentlichen Objekte zu identifizieren, für die bei Starkregenereignissen besondere Gefahren für die menschliche Gesundheit bzw. erhebliche Schäden und Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Diese Objekte sind in den Starkregengefahrenkarten zu kennzeichnen (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 3.2).

Die qualitative Einschätzung des Schadenspotenzials in den Klassen *gering*, *mittel* oder *hoch*, muss mindestens als flächenbezogene Auswertung im Sinne einer Ersteinschätzung vollzogen werden, bei der die besonders schadensrelevanten bzw. schützenswerten öffentlichen Objekte und Anlagen z. B. anhand von Nutzungsinformationen identifiziert und lokalisiert werden. Hierbei sind sowohl nicht-monetäre als auch monetäre Schäden angemessen zu berücksichtigen.

Die Bewertungskriterien (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 3, Tabelle 6) sowie die zur Bewertung heranzuziehenden Datengrundlagen (z. B. Nutzungsinformationen aus dem ATKIS-Grunddatenbestand oder der Hochwasserrisikokarte) sind von der Kommune festzulegen bzw. vom Auftragnehmer vorab mit der beauftragenden Kommune abzustimmen. Insbesondere ist festzulegen, welche sonstigen Objekttypen neben den in der Arbeitshilfe in Tabelle 6 aufgeführten Objekten als kritisch anzusehen und in den Gefahrenkarten entsprechend darzustellen sind. Die Zuweisung ist dabei so vorzunehmen, dass eine hinreichende qualitative Differenzierung des Schadenspotenzials und nachfolgend eine angemessene Priorisierung im Hinblick auf Handlungserfordernisse möglich sind. Eine unmittelbare monetäre Bewertung (z. B. Schäden in Euro) muss jedoch nicht erfolgen.

Eine detaillierte Analyse soll in der Regel als Arbeitsauftrag im Handlungskonzept formuliert und je nach Erfordernis zu einem späteren Zeitpunkt vollzogen werden. Für besonders überflutungsgefährdete Bereiche kann dennoch im Rahmen der Risikoanalyse eine detaillierte Analyse angeordnet sein, bei der die individuellen Gegebenheiten des Objektes bzw. der Anlage (bauliche Gestaltung, Höhenverhältnisse, Wasserzutrittsmöglichkeiten, Gebäudenutzung, Erosionsgefährdung, Verrohrungen, Schadensabschätzung usw.) gezielt und im Detail geprüft werden müssen. Hierzu sind entsprechende Ortsbegehungen, Befragungen, Planunterlagen und eventuell ergänzende Vermessungen für ausgewählte Bereiche erforderlich. Dies sollte allerdings in der Risikoanalyse auf Einzelfälle beschränkt bleiben.

Die identifizierten Risikoobjekte sind als georeferenzierter Punktdatensatz zu erfassen.

Bei Bedarf können die Risikoobjekte in der Starkregenisikokarte durch geeignete Symbole ergänzt werden. Eine Differenzierung nach der Höhe des Schadenspotenzials (*gering*, *mittel*, *hoch*), z. B. durch eine abgestufte Einfärbung, ist nicht erforderlich. Sofern notwendig oder sinnvoll, können weitere Karten für spezifische, kommunal wichtige Themenfelder (z. B. wichtige Verbindungswege, Ökosysteme, Land- und Forstwirtschaft, Erosion, Holz- und Gerölltransport) oder besonders schutzwürdige Objekte und Bereiche erstellt werden.



8.4.4.5 Bewertung der lokalen Überflutungsrisiken

Zur Bewertung der objekt- bzw. anlagenbezogenen Überflutungsrisiken wird kein standardisiertes bzw. rechnerisches Bewertungsschema vorgegeben. Die Risikobewertung soll stattdessen individuell und unter intensiver Einbeziehung der jeweiligen lokalen Akteure vorgenommen werden und in einer verbalen Risikobeschreibung münden. Hierzu sind Risikochecklisten für die von Überflutungen betroffenen Risikoobjekte zu erstellen, in denen die Risikoeinschätzung (gering, mittel, hoch) inkl. Begründung knapp zusammengefasst und bildlich dokumentiert wird (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 3.3). In den Checklisten sollen bereits Handlungserfordernisse und ggf. erste Maßnahmenoptionen formuliert werden. Sie sollen mindestens Aussagen zu folgenden Aspekten enthalten:

- Charakterisierung der Überflutungsgefährdung inkl. Nennung der zu erwartenden fallbezogenen Überflutungstiefe
- Charakterisierung des Schadenspotenzials
- Bilddokumentation
- Risikoeinschätzung
- Einschätzung zur Notwendigkeit von Vorsorge, Ereignis- und Nachsorgemaßnahmen

Als Ergebnis soll eine Zusammenstellung von Einzelbeschreibungen der risikobehafteten Objekte und Einrichtungen erstellt werden, die entsprechend der Priorisierung sortiert sind (gering, mittel, hoch). Eine Priorisierung der Risikoobjekte wird in dem entsprechenden Datensatz erfasst.

Die Erstellung einer gesonderten Risikobewertungskarte mit einer Einteilung von Gebäuden und Anlagen in Risikoklassen und entsprechend farblich abgestufter Darstellung ist nicht erforderlich.

8.4.4.6 Abgabedokument und Abgabedaten

Die Vorgehensweise sowie die wesentlichen Ergebnisse der Risikoanalyse sind im Erläuterungsbericht zu dokumentieren und zu erläutern.

Mit Abschluss der Risikoanalyse müssen dem Auftraggeber (und der Bezirksregierung) sämtliche Daten und Dokumente übergeben werden. Berichte und Ergebnispläne sind als PDF-Dokumente anzufertigen. Die gewünschte Anzahl von Druckexemplaren an Berichten und Plänen ist durch den Auftraggeber festzulegen.

8.4.5 Handlungskonzept

8.4.5.1 Ziel des Handlungskonzeptes

Die Erstellung eines ganzheitlichen Handlungskonzeptes zielt darauf ab, ein Konzept zur Minderung starkregenbedingter Überflutungsschäden auf kommunaler Ebene und unter Beteiligung aller relevanten Akteure zu entwickeln sowie die hierzu erforderlichen Maßnahmen innerkommunal zu koordinieren und zu kommunizieren (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 4).



8.4.5.2 Vorgehensweise bei der Konzeptentwicklung

Die Entwicklung des Handlungskonzeptes erfolgt auf der Basis der vollzogenen Risikoanalyse in einem integrativen Prozess. Hierzu sind ein intensiver Austausch und eine aktive Mitwirkung sämtlicher betroffener Akteure zwingend erforderlich. Hierzu zählen vor allem:

Im Schritt A

- kommunale Verwaltung (Fachressorts für Stadtplanung, Straßenbau, Stadtentwässerung, Bauen und Wohnen, Gebäudewirtschaft, Grünflächen, Umwelt, Recht und Ordnung u. a.)
- Stabsstellen für Brand- und Katastrophenschutz, Feuerwehr, Polizei, Technisches Hilfswerk, Rettungsdienste u. a.
- Infrastrukturträger (Elektrizität, Ver- und Entsorgung, Verkehr u. a.)

Im Schritt B

- politische Gremien und Entscheidungsträger
- Bürger bzw. allgemeine Öffentlichkeit
- Wirtschaft und Gewerbe
- Land- und Forstwirtschaft

Das erarbeitete Handlungskonzept sollte ganzheitlich ausgerichtet sein und sowohl bauliche/technische als auch organisatorische/administrative Maßnahmen umfassen. Die einzelnen Vorsorgebausteine wie Flächen- und Bauvorsorge, natürlicher Wasserrückhalt, technische Schutzeinrichtungen, Krisenmanagement, Eigenvorsorge, Informationsvorsorge und Risikovorsorge müssen angemessen repräsentiert sein (vgl. Arbeitshilfe, Kap. 4 und 5).

8.4.5.3 Schriftliches Handlungskonzept

Das Handlungskonzept im Rahmen des Starkregenrisikomanagements muss mindestens die Bausteine (vgl. Kap. 4):

- Informationsvorsorge,
- Kommunale Flächenvorsorge,
- Krisenmanagement sowie die
- Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen umfassen.

Optional kann eine Konzeption zur Einrichtung von zusätzlichen lokalen Pegelmessstellen und Niederschlagsmessstationen erstellt werden, um die lokale Informationslage zu Wasserstand und Abfluss an kleinen Gewässern und ggf. je nach Einzugsgebiet auch die Vorwarnzeit erhöhen zu können.

Wurde im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements noch kein Handlungskonzept erstellt, bietet es sich an, hier ein gemeinsames Konzept zu entwickeln.



Die erarbeiteten Ergebnisse zu den jeweiligen Bausteinen sind im Handlungskonzept darzulegen und in einem Schriftstück zusammenzufassen. In Bezug auf das Krisenmanagement sind die Schritte A und B zur Hochwasseralarm- und Einsatzplanung für die Gefahrenlage Starkregenereignis zwingend zu erarbeiten.

Im Konzept sind sämtliche Maßnahmen sowie Handlungsaufträge zu beschreiben, die zur Minderung von starkregenbedingten Überflutungsschäden in der Kommune ergriffen werden sollen. Der Umsetzungshorizont und die Zuständigkeiten bei den einzelnen Maßnahmen sind zu benennen. Die Maßnahmen sollten zudem entsprechend ihrer Umsetzungsdringlichkeit priorisiert werden.

Darüber hinaus können im Handlungskonzept Maßnahmen beschrieben werden, die zunächst nicht weiter verfolgt werden bzw. aus bestimmten Gründen verworfen wurden (inkl. Begründung). Ebenso können nachfolgende bzw. ergänzende Arbeitsschritte fixiert werden.

Das Handlungskonzept sollte in kommunalpolitischen Gremien abschließend beraten und im Sinne eines Umsetzungsbeschlusses verabschiedet werden.

8.4.5.4 Messnetzkonzept

Ein optionaler Bestandteil des Handlungskonzeptes ist die Erstellung eines Messnetzkonzeptes für Niederschlag und Wasserstand an Gewässern, das neben vorhandenen Messstellen (z. B. des LANUV oder der Wasserverbände) auch die Installation und den Betrieb ergänzender, lokaler Pegel und Niederschlagsmessstationen vorsehen kann.

Auf Basis der Starkregengefahrenkarten in Verbindung mit ggf. vorliegenden Hochwassergefahrenkarten soll ein Konzept erstellt werden, das aufzeigt, an welchen Stellen lokale Pegel wie auch Niederschlagsmessstationen sinnvoll sind. Dabei sollten Einzugsgebiete mit unterschiedlichen Charakteristiken im Niederschlags- und Abflussverhalten einer Kommune getrennt betrachtet werden können.

Die Lage der Pegel ist so festzulegen, dass die Gewässer möglichst spät ausufern und diese nicht durch Rückstau oder Ähnliches beeinflusst sind. Die Lage der Messstellen ist vor Ort zu überprüfen und durch Bilder zu dokumentieren. Die Messstellen sollten so konzipiert sein, dass keinerlei Baumaßnahmen im Gewässerbett notwendig werden. Eine einfache Konstruktion sollte möglich sein. Die Messausrüstung zur Registrierung des Wasserstandes mit Datenspeicher, Grenzwertgeber für Hochwassermeldungen mittels SMS und Datenfernübertragung ist vorzuschlagen.

Die Lage der Niederschlagsmessstationen ist so festzulegen, dass die Regeln der Technik (DVWK-Merkblatt 230/1994: Niederschlag - Empfehlung für Betreiber von Niederschlagsstationen) eingehalten und die Einzugsgebiete der Pegel gut repräsentiert werden.

8.5 Anhang Risikocheckliste

Der Anhang „Risikocheckliste“ hängt der Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement in einem gesonderten Dokument an.



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Fachliche Betreuung

Referat IV-6 Flussgebietsmanagement, Gewässerökologie, Hochwasserschutz
Referat IV-7 Abwasserbeseitigung

Bearbeitung

Kleingruppe „Starkregen“

unter Mitwirkung der Bezirksregierungen Arnsberg, Detmold, Düsseldorf, Köln und Münster sowie dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)

mit Unterstützung durch



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Erstellt im Rahmen des Projektes

„Fachberatung und Unterstützung der Koordinierungsarbeiten des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV) bei der Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagement-Pläne für Ems, Maas, Rhein und Weser und zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EU-HWRM-RL)“ Die Arbeitshilfe beruht auf dem 2016 in Baden-Württemberg erschienenen Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“.

Bildnachweis

Titelbild: Wagener, Wolfgang, Seite 12: Hydrotec, Seite 17: Umweltamt Bielefeld, Rückseite: nd700 (fotolia)



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
Telefon 0221 4566-0
Telefax 0221 4566-388
poststelle@mulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

