



Starkregenrisikomanagement im Stadtgebiet Remscheid

Erläuterungsbericht

Im Auftrag der

Stadt Remscheid

Der Oberbürgermeister
Fachdienst Umwelt
Elberfelder Str. 36
42853 Remscheid

bearbeitet durch

Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH, Wilhelmstr. 26, 42697 Solingen



Dipl.-Ing. Uwe Ross

Solingen, im Mai 2020



B. Eng. Max. Ribbat

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.1.	Vorgehensweise	2
1.2.	Grundlagendaten	3
1.2.1.	Bebauung und Infrastruktur	3
1.2.1.1.	Gebäudeobjekte	3
1.2.1.2.	AwSV-Anlagen	4
1.2.1.3.	Sonderbauwerke der TBR	6
1.2.1.4.	Infrastruktureinrichtungen Strom	6
1.2.2.	Feuerwehreinsätze	6
2.	Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen	7
2.1.	Eingangsgroößen	7
2.1.1.	Niederschlag	7
2.1.1.1.	Szenario 1: Echtregen	8
2.1.1.2.	Szenario 2: KOSTRA Modellregen T100 D60	9
2.1.1.3.	Szenario 3: Außergewöhnliches Ereignis als Blockregen	9
2.1.2.	Topographie	10
2.2.	Hydraulische Gefährdungsanalyse	11
2.2.1.	Geländerauheit	11
2.2.2.	Gebäude	12
2.2.3.	Modellierung/Simulation	12
2.2.4.	Niederschlagsszenarien	13
2.3.	Starkregengefahrenkarte	14
3.	Risikoanalyse	17
3.1.	Analyse der Starkregengefahrenkarte	18
3.2.	Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche	18
3.3.	Risikoermittlung und Risikobewertung	22
4.	Handlungskonzept	25
4.1.	Informationsvorsorge	26
4.1.1.	Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit	26
4.1.2.	Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe	26
4.1.3.	Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft	26
4.2.	Kommunale Flächenvorsorge	27
4.2.1.	Muldenlagen	27
4.2.2.	Multifunktionale Flächen	29
4.3.	Krisenmanagement	30
4.4.	Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen	34
5.	Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen	35
5.1.	Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser	36
5.2.	Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen	36
5.3.	Siedlungsentwässerung	37
5.4.	Straßen und Wege	37
5.5.	Frei- und Grünflächen	38
5.6.	Objektschutzmaßnahmen	38
5.7.	Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)	39
6.	Zusammenfassung	40
7.	Literatur- und Quellenverzeichnis	42

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1-1: Stadtgebiet Remscheid (Quelle: google maps)	1
Abb. 1-2: Aufteilung der AwSV-Anlagen in Gefährdungsstufen	5
Abb. 2-1: Einordnung der 3 Szenarien in die Niederschlagsstatistik nach KOSTRA DWD 2010	8
Abb. 2-2: Szenario 1 Echtregen Nordstraße vom 10.06.2018 (ca. 50-jährlicher Modellregen)	8
Abb. 2-3: Szenario 2: 100-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD	9
Abb. 2-4: Szenario 3: Extremereignis 90 mm in 1 h als Blockregen	10
Abb. 2-5: Oberflächenmodell mod. DGM1 (Ausdehnung Ost-West 15,8 km ; Nord/Süd 12,8 km)	10
Abb. 2-6: Ansatz für Oberflächenrauheit aufgrund der Nutzungen (ALKIS)	12
Abb. 2-7: Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial, Fließgeschwindigkeit	16
Abb. 3-1: Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial	22
Abb. 4-1: Vorsorgemöglichkeiten zum Starkregenrisikomanagement	25
Abb. 4-2: Darstellung der Geländemulden mit/ohne Gefahrenpotenzial	28
Abb. 4-3: Darstellung möglicher multifunktionaler Flächen	30
Abb. 4-4: Darstellung des potenziellen Stauvolumens vor Durchlässen	31
Abb. 4-5: Darstellung der Einstausituation der Anfahrwege	32
Abb. 4-6: Darstellung der Flächen mit hoher Erosionsgefahr nach LESchV (Geol. Dienst NRW)	33

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1: Einteilung der Gebäude nach ihrem Schadenspotential	4
Tab. 1-2: Gefährdungsstufen der AwSV-Anlagen nach § 39 AwS-Verordnung	5
Tab. 1-3: Darstellung der Gefährdungsstufen der AwSV-Anlagen	6
Tab. 1-4: Sonderbauwerke der TBR nach Art	6
Tab. 1-5: Infrastruktureinrichtungen Strom der EWR nach Art	6
Tab. 1-6: Anzahl der Feuerwehreinsätze wegen Wasser (FW Remscheid)	7
Tab. 2-1: Darstellung der Überflutungstiefen (Arbeitshilfe NRW)	14
Tab. 2-2: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (Arbeitshilfe NRW)	14
Tab. 2-3: Pot. Gefahren für menschliche Gesundheit/Infrastruktur nach Überflutungstiefe	15
Tab. 2-4: Pot. Gefahren für menschliche Gesundheit/Infrastruktur nach Fließgeschwindigkeit	16
Tab. 3-1: Liste kritischer Bereiche / Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (LUBW, 2016)	20
Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial	21
Tab. 3-3: Risikoeinstufung für Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial und Einstauhöhe	22
Tab. 4-1: Kennzahlen zur Einschätzung der hydraulischen Wirksamkeit multifunktionaler Flächen	29
Tab. 5-1: Betroffene Einwohnerzahl nach HW-Risikokarten	36

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1a: Rauheit nach Landnutzung
- Anlage 1b: Gebäudenutzung und Schadenspotenzial
- Anlage 2: Risikoeinstufung aller Gebäude je nach Szenario
- Anlage 3: Risikocheckliste für besonders betroffene öffentliche Gebäude
- Anlage 4: Potenzielle Stauvolumen vor Durchlässen mit angrenzender Bebauung

Kartensatz 1: Starkregengefahrenkarten (für Veröffentlichung)

Kartensatz 2: Starkregengefahrenkarten mit AwSV-Anlagen

Kartensatz 3: Karten Handlungskonzept Flächenvorsorge

Kartensatz 4: Karten Handlungskonzept Krisenmanagement

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projektes „BESTKLIMA – Umsetzung und Qualitätssicherung des Klimaanpassungskonzeptes im Bergischen Städtedreieck“ wurden für das gesamte Stadtgebiet der Stadt Remscheid Starkregenkarten erstellt. Diese wurden durch Zuwendung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Förderung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen und im Sinn der Arbeitshilfe „kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MULNV 11/2018) weiter qualifiziert.

Das Stadtgebiet Remscheid umfasst eine Fläche von 74,52 km² bei rd. 111.000 Einwohnern im Städtedreieck von Solingen und Wuppertal und ist die kleinste kreisfreie Großstadt im Bergischen Land.

Mit der vorliegenden Studie zum Starkregenrisikomanagement erhalten die Verantwortlichen in den Behörden Hintergrundinformationen und Hilfestellungen für mögliche Vorgehensweisen, um das Starkregenrisiko zu bewerten und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung möglicher Schäden identifizieren zu können. Die Maßnahmen im öffentlichen und privaten Bereich können demnach übergreifend koordiniert und aufeinander abgestimmt werden, um in dem integrierten Handlungskonzept die größtmögliche Wirksamkeit in Bezug auf die Risikominimierung zu erreichen. Weitergehende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Starkregen sind konzeptionell und gesamtanschaulich von der Kommune zu planen und zu koordinieren.

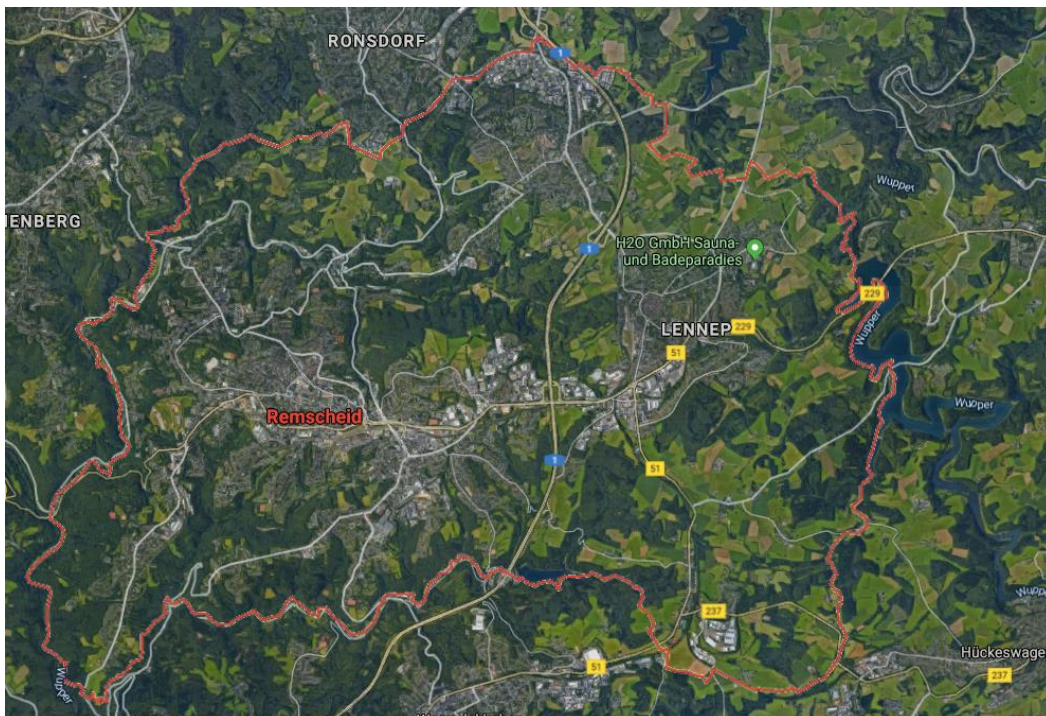


Abb. 1-1: Stadtgebiet Remscheid (Quelle: google maps)

Das kommunale Hochwasserrisikomanagement ist 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.

1.1. Vorgehensweise

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.

Dabei wurden die folgenden Bausteine der Förderrichtlinie sukzessiv bearbeitet und mit der Stadt Remscheid abgestimmt:

1. Grundlagendaten
2. Analyse der Überflutungsgefährdung
3. Risikoanalyse
4. Handlungskonzept
5. Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Starkregenrisikomanagement

Analog zur Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MULNV 2018) wird in der vorliegenden Studie der Stadt Remscheid ein standardisiertes Vorgehen zur Risikominderung dargelegt:

Es werden Starkregengefahrenkarten erstellt und Überflutungsanalysen (Kapitel 2) durchgeführt. Für die festgestellten Überflutungsbereiche wird eine Risikoanalyse (Kapitel 3) vorgenommen und ein Handlungskonzept (Kapitel 4) erstellt. Weiterhin werden in der Studie die Möglichkeiten der kommunaler Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen lokalisiert (Kapitel 5).

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 auch Hinweise zu den Fließgeschwindigkeiten bei Starkregenereignissen unterschiedlicher Intensitäten dargestellt, um kritische Bereiche und gefährdete Objekte zu identifizieren (Kapitel 2). Vorab werden die zur Verfügung stehenden Grundlagendaten erläutert.

1.2. Grundlagendaten

Als Grundlagendaten standen folgende digitale Informationen zur Verfügung.





- Feuerwehreinsätze
 - Meldung der FW-Einsätze im Stadtgebiet wegen Wasserschäden in 2015, 2016 und 2018
- DGM
 - Laserscandaten DGM1/DGM1L der Geländeoberfläche für das gesamte Stadtgebiet
 - Gebäudedaten
 - 3D-Modell LoD2 (mit Dachformen)
 - 3D-Modell LoD1 (Klötzchenmodell)
- Gewässernetz und Durchlasse/Brücken/Verrohrungen
- WMS-Dienste
 - Luftbilder verschiedene Jahrgänge bis 2013
 - ALKIS-Daten
 - Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen (Geolog. Dienst NRW)
 - HW-Gefahren/HW-Risikokarten Morsbach, Eschbach, Wupper
- Städtische Daten
 - AwSV-Anlagen (**A**nlagen **w**assergefährdende **S**toffe **V**erordnung)
 - Stromanlagen der Energie und Wasser für Remscheid (EWR)
 - Sonderbauwerke der Techn. Betriebe Remscheid (TBR)
 - Grünflächen/Parks aus **A**mtliche **L**iegenschaftskataster **I**nformationssystem ALKIS (TBR)
 - Straßenflächen/Plätze/Wege aus ALKIS (Stadt Remscheid)

1.2.1. Bebauung und Infrastruktur

1.2.1.1. *Gebäudeobjekte*

Von der Stadt Remscheid wurde ein Datensatz aller Gebäude zur Verfügung gestellt. Dieser Datensatz enthält in der Summe 58.570 Objekte mit 151 verschiedenen Nutzungen. Jedem Objekt wurde auf Basis der Nutzung ein mögliches Schadenspotenzial (sehr gering, gering, mittel und hoch) zugewiesen. Das Schadenspotential wird ausgedrückt durch eine Zahl zwischen Null und Drei, wobei Null für ein sehr geringes Schadenspotential und Drei für ein hohes Schadenspotential steht. Die Bezeichnungen und Symbole aus *Tab. 1-1* werden so auch in den Starkregengefahrenkarten verwendet.

Tab. 1-1: Einteilung der Gebäude nach ihrem Schadenspotential

Symbol in den Karten	Schadenspot. Nr.	Schadenspot. Benennung
	0	sehr gering
	1	gering
	2	mittel
	3	hoch

Die öffentlichen Gebäude wurden aus dem Gesamtdatensatz aufgrund ihrer Nutzung (Schule, Kindergarten, Rathaus etc.) extrahiert und werden in den Starkregengefahrenkarten mit einer gesonderten Markierung dargestellt. Es befinden sich insgesamt 680 öffentliche Gebäude im Stadtgebiet. Die Gebäude werden von verschiedenen Trägern (Bund, Land, Kommune, Kirche und privaten Trägern) unterhalten.

Ergänzend zu den Gebäuden wurden weitere städtische Datengrundlagen (AwSV-Anlagen, Anlagen der EWR und Sonderbauwerke der TBR) verwendet.

1.2.1.2. AwSV-Anlagen

Der Umgang mit AwSV-Anlagen ist in der Verordnung über „Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ geregelt. Die Verordnung dient dem Schutz der Gewässer vor nachteiligen Veränderungen ihrer Eigenschaften durch Freisetzungen von wassergefährdenden Stoffen aus Anlagen zum Umgang mit diesen Stoffen.

Innerhalb des Stadtgebiets existieren 9.496 Objekte, die gemäß der Verordnung als AwSV-Anlagen von der Stadt erfasst wurden. Gemäß § 39 AwSV sind die Anlagen nach Tab. 1-2 einer Gefährdungsstufe zuzuordnen. Die Zuordnung erfolgte durch eine Einstufung der Wassergefährdungsklasse anhand der stofflichen Eigenschaften des Stoffes. Dabei gelten die Wassergefährdungsklassen nach § 3:

- WGK 1: schwach wassergefährdend
- WGK 2: deutlich wassergefährdend
- WGK 3: stark wassergefährdend

Eine weitere Unterteilung der Gefährdungsstufen erfolgte nach § 39 nach Wassergefährdung und Menge an wassergefährdendem Stoff, mit dem in der Anlage umgegangen wird. Diese ist nachfolgend aufgeführt und wurde für die Darstellung der AwSV-Anlagen in den Karten verwendet.

Tab. 1-2: Gefährdungsstufen der AwSV-Anlagen nach § 39 AwS-Verordnung

Ermittlung der Gefährdungsstufen	Wassergefährdungsklasse (WGK)		
	1 gering	2 mittel	3 hoch
Volumen in Kubikmetern (m³) oder Masse in Tonnen (t)			
≤ 0,22 m ³ oder 0,2 t (nicht AwSV-relevant)	Stufe A	Stufe A	Stufe A
> 0,22 m ³ oder 0,2 t ≤ 1	Stufe A	Stufe A	Stufe B
> 1 ≤ 10 m ³	Stufe A	Stufe B	Stufe C
> 10 ≤ 100 m ³	Stufe A	Stufe C	Stufe D
> 100 ≤ 1 000 m ³	Stufe B	Stufe D	Stufe D
> 1 000 m ³	Stufe C	Stufe D	Stufe D

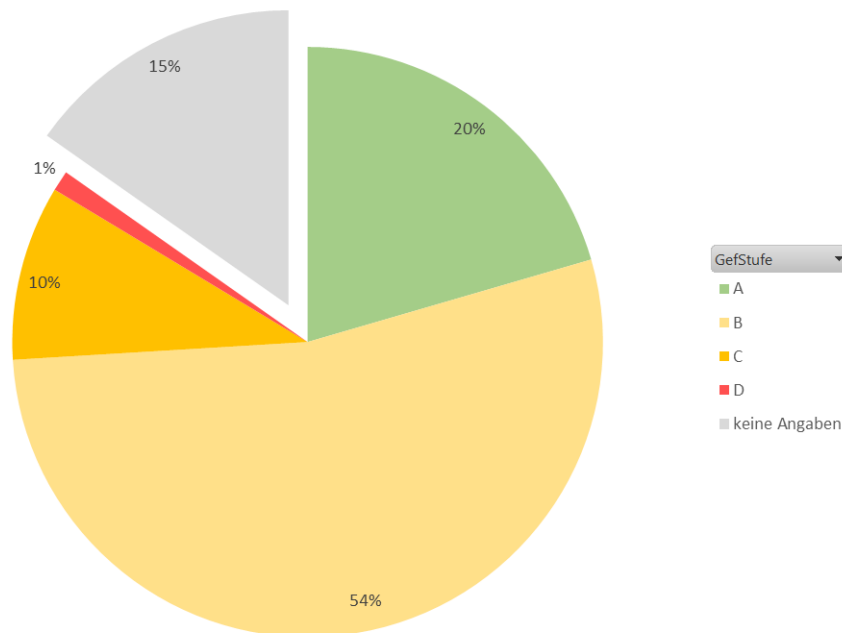







Abb. 1-2: Aufteilung der AwSV-Anlagen in Gefährdungsstufen

Die Abbildung zeigt die Aufteilung der AwSV-Anlagen in die verschiedenen Gefährdungsstufen. Demnach ergibt sich eine Aufteilung von rd. 75 % der Anlagen in eine niedrige Gefährdungsstufe (Stufe A+B) und 10 % in eine mittlere (Stufe C) und eine hohe Gefährdungsstufe von 1% (Stufe D). Ein Teil der Anlagen (15%) ist aufgrund fehlender Angaben nicht eindeutig zu klassifizieren.

Die Darstellung der AwSV-Anlagen in den Karten erfolgte anhand der folgenden Symbolik nach den Gefährdungsstufen.

Tab. 1-3: Darstellung der Gefährdungsstufen der AwSV-Anlagen

	A: gering
	B: mittig
	C: hoch
	D: sehr hoch
	keine Angaben

1.2.1.3. Sonderbauwerke der TBR

Die Sonderbauwerke der TBR umfassen die städtischen Anlagen zur Wasserbewirtschaftung mit Aufteilung nach ihrer Funktion (RRB, RKB, RÜB, RÜ etc.). Insgesamt befinden sich 101 Anlagen im Stadtgebiet.

Tab. 1-4: Sonderbauwerke der TBR nach Art

Art der Anlage (TBR)	Anzahl	Stand
Vorhandene Anlagen (RÜB, RRB, HRB, PW, RKB)	91	09.09.2019
Geplante Anlagen	10	09.09.2019

1.2.1.4. Infrastruktureinrichtungen Strom

Der Versorger „Energie und Wasser für Remscheid“ EWR GmbH stellte georeferenzierte Objekte zur Untersuchung der Infrastruktur zur Stromversorgung zur Verfügung. Die Objekte sind über das ganze Stadtgebiet verteilt und nach drei Arten (Stationen, Kleinverteiler und Verteilerschränke) unterschieden.

Es befinden sich 563 Einrichtungen der EWR zur Beleuchtung, 707 Stromstationen und 1.743 Niederspannungsverteiler im gesamten Stadtgebiet von Remscheid.

Tab. 1-5: Infrastruktureinrichtungen Strom der EWR nach Art

Art der Anlage (EWR)	Anzahl	Stand
Beleuchtung	563	10.07.2019
Stromstationen	707	18.07.2019
Niederspannungsverteiler	1.743	18.07.2019

1.2.2. Feuerwehreinsätze

Die Anzahl der Feuerwehreinsätze wegen Wasserschäden sind aufgeschlüsselt für die Jahre 2015, 2016 und 2018. Dabei handelt es sich in der Regel um Einsätze bei Starkregen ggf. aber auch um Einsätze bei dem Wasser zu pumpen war (z.B. defekte Waschmaschine).

Tab. 1-6: Anzahl der Feuerwehreinsätze wegen Wasser (FW Remscheid)

Einsatz (FW Remscheid)	Anzahl	Bezugsjahr
Wasser	8	2015
Wasser	1	2016
Wasser	0	2017
Wasser	77	2018

Damit stehen insgesamt alle relevanten Daten für die Analyse der Überflutungsgefährdung von der Plausibilisierung (z. B. anhand der FW-Einsätze) bis zum Maßnahmenkonzept (z.B. für besonders betroffene öffentliche Gebäude) zur Verfügung.

2. Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen

Die Ermittlung der Überflutungsgefährdung bei Starkregen erfolgt anhand auf Basis einer detailliert hydro-numerischen instationären 2D-Modellierung. Die Überflutungsausdehnung wurde nach den unten aufgeführten Kriterien ausgewertet:

- Überflutungstiefe [m]
- Fließgeschwindigkeit [m/s]
- Zeitlicher Ablauf des Ereignisses

Zur Abschätzung der Sensibilität der Überflutungsgefährdung werden die oben genannten Kriterien für verschiedene Szenarien des Niederschlags und der Abflusskapazität von Durchlässen (unverklaust bis vollständige Verkläuserung) untersucht.

2.1. Eingangsgrößen

2.1.1. Niederschlag

Nach Empfehlung der Arbeitshilfe zum Starkregenrisikomanagement werden drei Regenbelastungen mit unterschiedlicher Intensität mit einer Dauerstufe und einem Nachlauf von jeweils 1 h modelliert. Hierfür wurden ein Echtregen mit dem Wiederkehrintervall von etwa 50 Jahren, ein Modellregen nach KOSTRA-DWD mit dem Wiederkehrintervall von 100 Jahren und ein Blockregen von 90 Millimetern in 1 h berücksichtigt. Alle Regenereignisse haben die Dauerstufe 1 h, die von der Arbeitshilfe vorgegeben wird und sich an die verbreitete kommunale Praxis anlehnt. In der Abb. 2-1 sind die Regenbelastungen der 3 Szenarien in die Niederschlagsstatistik des KOSTRA Atlas DWD 2010 für Remscheid eingeordnet.

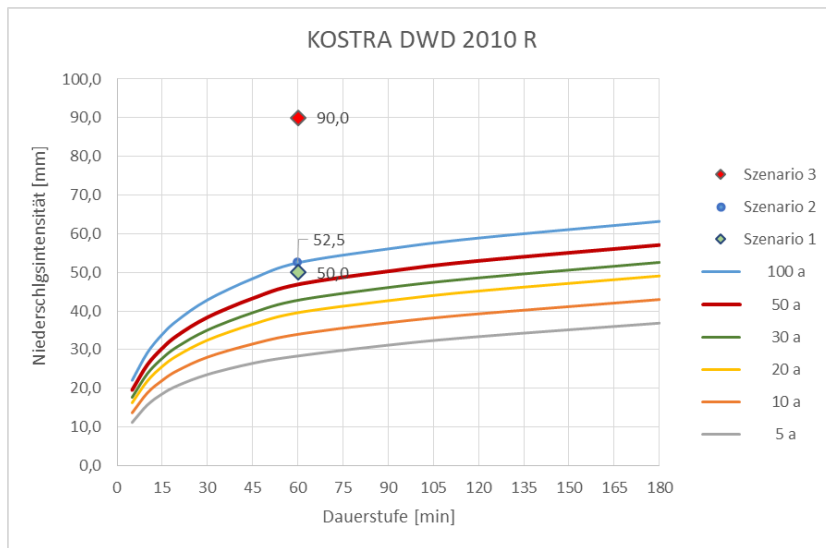


Abb. 2-1: Einordnung der 3 Szenarien in die Niederschlagsstatistik nach KOSTRA DWD 2010

2.1.1.1. Szenario 1: Echtregen

Der Echtregen ist ein Ereignis, das am 10.06.2018 von dem Regenschreiber „Nordstraße“ der TBR aufgezeichnet wurde. Eine statistische Auswertung der Regendaten ergibt für dieses Ereignis eine Häufigkeit von ca. 50-jährlich.

Unter der Annahme, dass das Kanalnetz ein Regenereignis mit der Wahrscheinlichkeit von 1 Mal in 5 Jahren schadfrei abführen kann, wurde von dem aufgenommenen Regen die Belastung eines Modellregens von T5|D60 abgezogen (vgl.: hellblauen Bereiche in der folgende Abbildung).

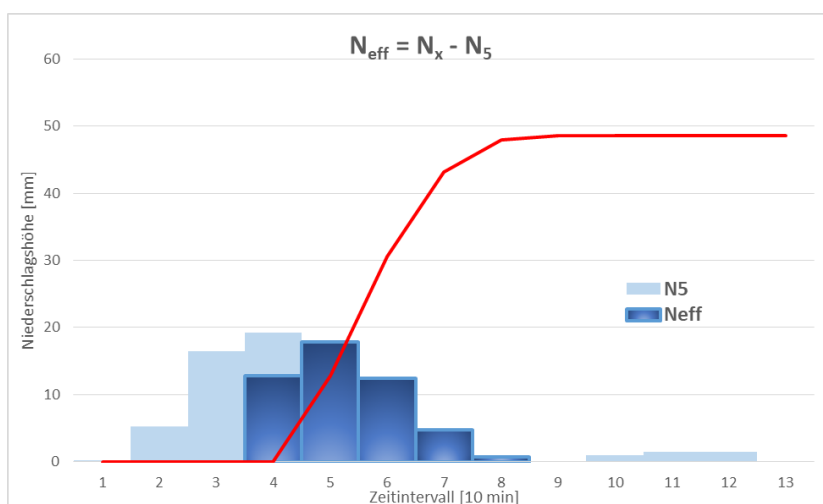


Abb. 2-2: Szenario 1 Echtregen Nordstraße vom 10.06.2018 (ca. 50-jährlicher Modellregen)

2.1.1.2. Szenario 2: KOSTRA Modellregen T100|D60

Für das Szenario 2 gibt die Arbeitshilfe als Vorgabe ein ‚Regional differenziertes, statistisches Regenereignis‘ mit der Dauer von 1 h und einer Jährlichkeit von 100 Jahren. Dazu wurde hier der KOSTRA-DWD Modellregen für das Stadtgebiet Remscheid (Rasterfeld Spalte 12, Zeile 52) gewählt. Die Gesamtniederschlagshöhe beträgt 51,00 mm und der Niederschlagsverlauf wird anhand der Verteilung Euler Typ 2 angesetzt.

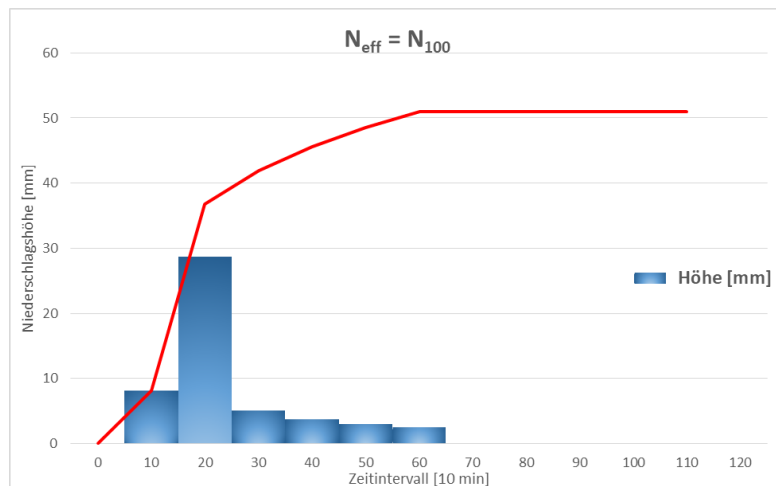


Abb. 2-3: Szenario 2: 100-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD

2.1.1.3. Szenario 3: Außergewöhnliches Ereignis als Blockregen

Für die Simulation des Szenarios 3 wird das von der Arbeitshilfe vorgegebene Extremereignis als Blockregen von 90 mm in 1 h verwendet. Dies ist ein pauschaler Ansatz, der für ganz Nordrhein-Westfalen gilt und somit keinen regional differenzierten Wert darstellt. Diese Regenbelastung führt zu einem extremen Oberflächenabflussereignis und stellt das Pendant zum Extremereignis bei den HW-Gefahrenkarten dar. Der Vergleich mit Abb. 2-1 macht stark deutlich, dass dieses Ereignis gegenüber den langjährigen Aufzeichnungen abweicht und als Extremereignis einzustufen ist.

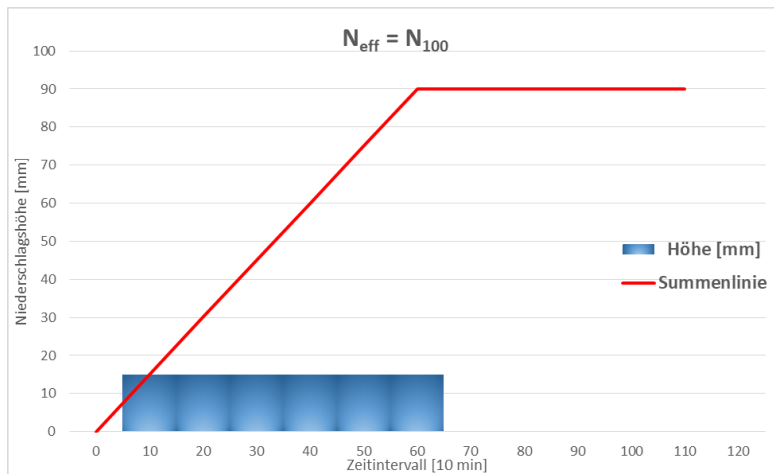


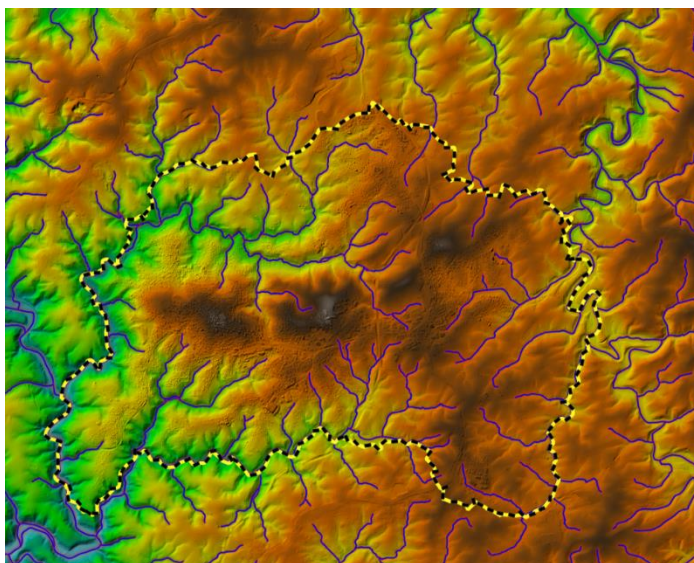
Abb. 2-4: Szenario 3: Extremereignis 90 mm in 1 h als Blockregen

2.1.2. Topographie

Für die Modellierung des im Starkregenfall auftretenden Oberflächenabflusses wurde die detaillierte Abbildung der Geländeoberfläche verwendet, die im Rahmen des Projektes „BESTKLIMA – Umsetzung und Qualitätssicherung des Klimaanpassungskonzeptes im Bergischen Städtedreieck“ zur Analyse der Fließwege und Mulden bei Starkregenereignissen erstellt wurde.

Dieses Geländemodells diente als Grundlage der topografischen Gefährdungsanalyse. Die durchgeführte Fließwegeanalyse und das Senken-Muldenmodell wurde auf Basis von Ortskenntnissen verifiziert.

Parallel dazu wurden abflussrelevante Strukturen wie Durchlässe in das Modell integriert, so dass für die Fließwegeanalyse realistische Abflusswege des Wassers modelliert werden können.



Dieses modifizierte, ergänzte Geländemodell, wurde als Basis für die Erstellung des Modellnetzes für das hydraulische Modell zur Analyse der Starkregengefahrenkarte verwendet.

Abb. 2-5: Oberflächenmodell mod. DGM1 (Ausdehnung Ost-West 15,8 km ; Nord/Süd 12,8 km)

2.2. Hydraulische Gefährdungsanalyse

Die 2D-Modellierung ermöglicht die Erfassung und Darstellung eines bestehenden oder eines im Fall von wild abfließendem Wasser (schlafende Gräben) entstehenden Gerinnesystems und der abflussrelevanten Strukturen. Somit können die Strömungsverhältnisse und die Überflutungsvorgänge in beliebig strukturierten Gebieten dargestellt werden. Das Untersuchungsgebiet (Stadtgebiet Remscheid + hydrologische Außengebiete) wird durch das digitale Geländemodell DGM 1 abgebildet und stellt somit eine gute Anpassung an die topographischen und hydrodynamischen Gegebenheiten des rd. 200 km² großen hydrologischen Untersuchungsgebietes dar. Bei der Generierung des Modellnetzes wurde darauf geachtet, dass die abflussrelevanten Strukturen in den kritischen Bereichen für die Gefährdungsanalyse adäquat abgebildet werden. Dabei wurden auch die Wechselwirkungen zwischen Bauwerken (Durchlässe, Brücken) und dem Oberflächenabfluss in die 2D-Modellierung einbezogen. Hierzu wurden alle abflussrelevanten Bauwerke (insbesondere Gebäudeumrisse aus Open-Data) in das Netz eingepflegt, um eventuelle Abflusshindernisse abzubilden.

Eingangsdaten für die 2D-Modellierung sind

- die Landnutzung zur Bestimmung der Rauheitsbeiwerte (ALKIS),
- die Gebäudesituation/Gebäudeumrisse (ALKIS),
- die Regenwasserspender für die jeweiligen Szenarien und
- die Topographie bzw. das daraus entstandene Berechnungsnetz (s. Kap. 2.1.2)

2.2.1. Geländerauheit

Im hydraulischen Modell wurden die Rauheiten der Geländeoberfläche für die örtlichen Verhältnisse entsprechend den vorhandenen Nutzungen grundsätzlich so angesetzt, dass realistische Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten erzielt werden. Hierfür wurden bei der Vergabe der Oberflächenrauheiten im Modell auf Basis von Landnutzungsklassen die Ansätze genutzt, die sich bei der Modellierung zur EU-HWRM-RL als praktikabel erwiesen haben.

Die Zuordnung jeder einzelnen Fläche zu einer bestimmten Rauheit erfolgt über die Flächennutzung aus den ALKIS-Daten. Die *Abb. 2-6* zeigt das Raster mit der Oberflächenrauheit. Gut erkennbar sind die besiedelten Bereiche und die großen Verkehrsachsen.

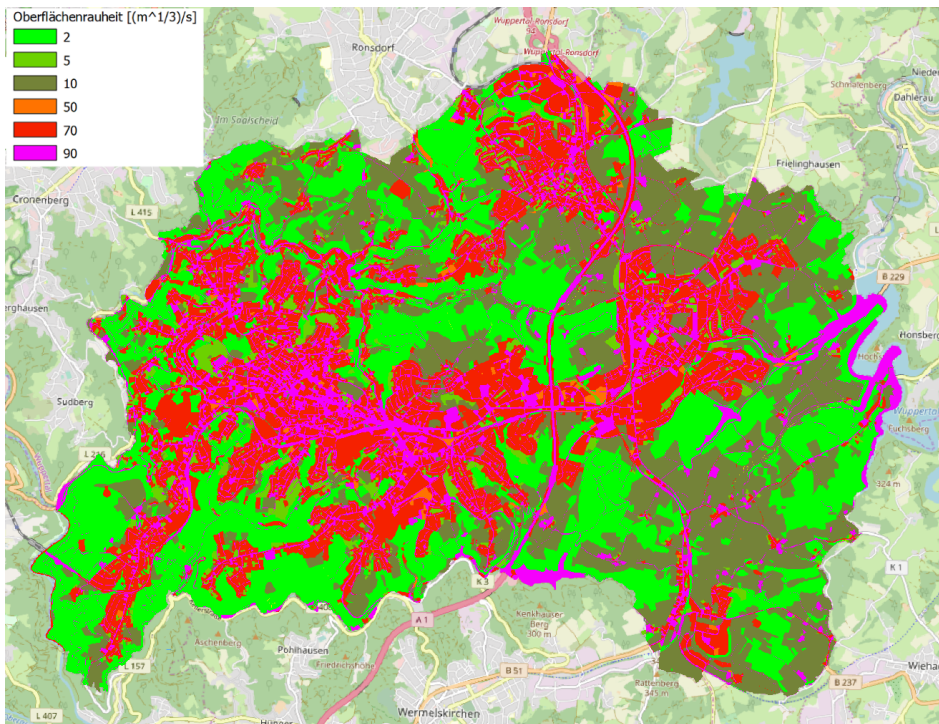


Abb. 2-6: Ansatz für Oberflächenrauheit aufgrund der Nutzungen (ALKIS)

2.2.2. Gebäude

Die Bestandsgebäude (LOD1 und LOD2) wurden als Fließhindernisse in das Geländemodell integriert.

2.2.3. Modellierung/Simulation

Mit der 2D-Modellierung wird auch die Simulation der zeitlichen Entwicklung der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten auf den Verlauf von Überflutungen sichtbar. Durch eine zeitliche Auflösung in 5-Minuten-Zeitschritten führen die angesetzten Regenszenarien zur Abflussbildung in der Fläche und es können die natürlichen Fließverläufe auf Basis der Topografie ermittelt werden. Damit werden die bevorzugten Fließwege und der Einstau von Mulden erfasst, woraus in einem weiteren Schritt (Stichwort Handlungskonzept) eine robuste Einschätzung der Wirksamkeit von baulichen Maßnahmen vorgenommen werden kann. Außerdem können durch die Geschwindigkeit und Gefälleverhältnisse auch Erosion und Verlandungsbereiche lokalisiert werden, um Gefährdungen durch hangliegende Ackerflächen abzuschätzen, die zu einer Verlandung von Durchlässen führen können und ggf. damit die hydraulische Wirksamkeit abmindern.

Das 2D-Modell ist im Rahmen der Konzeption von Schutzmaßnahmen an mehreren bekannten Hotspots eingesetzt worden. Auf Basis des Bestandsmodells können zukünftige bauliche Szenarien daraufhin untersucht werden, ob und wie potenzielle Schutzmaßnahmen wirken.

2.2.4. Niederschlagsszenarien

Bei Szenario 1, das oberhalb der Bemessungsgrenzen der Siedlungsentwässerung liegt, spielen die Kanalisation und die Bodenversickerung noch eine geringe Rolle. Daher wurde beim Szenario 1 die Wirkung der Kanalisation und Bodenversickerung pauschal als 5-jährlicher Niederschlag (entspricht ca. dem Schluckvermögen des Kanalnetzes und annähernd der Infiltrationskapazität des Bodens) in der Abflussbildung berücksichtigt.

Bei dem Niederschlag für Szenario 2 und 3 spielen diese Aspekte praktisch keine Rolle mehr und der Niederschlag wurde unabgemindert auf das Modell aufgebracht.

In einen separaten Rechenlauf wurde angenommen, dass die Verrohrungen vollständig verlegt sind und somit hydraulisch nicht wirksam sind. Auf diese Weise konnte ermittelt werden, wie sensibel die einzelnen Durchlässe sind bzw. wo kritischer Handlungsbedarf (siehe Kartensatz 3+4) besteht. Für die Berechnungslaufzeit wurde dem jeweiligen Regenszenario eine 1 h-Nachlaufzeit angeschlossen, so dass auch die Entwässerung der Senken/Überschwemmungsflächen nachvollzogen werden kann.

Plausibilisierung

Im Rahmen der hydraulischen Berechnungen wurden die Oberflächenabflüsse im Szenario 1 (Echtregen Nordstraße von 2018) anhand der bekannten Überstaupunkte im Stadtgebiet (Hotspots) sowie anhand der Feuerwehreinsätze plausibilisiert. Von den 33 Feuerwehreinsätzen in 2018 konnten 31 Einsätze (94 %) innerhalb eines Radius von 10 m mit einer Mindestwassertiefe von 10 cm plausibilisiert werden.

Ergebnisdarstellung

Die 2D-Modellierung berechnet für das Oberflächenabflussereignis instationär die Wasserspiegellage, die Fließtiefen und die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnung wurden mithilfe von geografischen Informationssystemen mit der Geländeoberfläche verschnitten. Anschließend wurde jedes Szenario mit folgenden Parametern beschrieben:

- Überflutungsausdehnung
- Überflutungstiefe [m]
- Fließgeschwindigkeit [m/s]
- Zeitlicher Ablauf des Ereignisses (Animation)

2.3. Starkregengefahrenkarte

In den Starkregengefahrenkarten sind die Ergebnisse der 2D-Abflussmodellierung dargestellt. Es werden die Überflutungsausdehnung, die Tiefen der Überflutungen sowie die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für die jeweiligen berechneten Szenarien visualisiert. Dabei werden die Maximalwerte über das Gesamt ereignis je Szenario dargestellt (max. Geschwindigkeit aus 24 * 5 min-Ergebnissen, bzw. max. Wassertiefe aus 24 * 5 min-Ergebnissen).

Der zeitliche Verlauf der Überflutungszustände für die Szenarien 1 bis 3 wurde in diskreten Zeitschritten (5 min.) für 1 h Niederschlagsdauer und 1 h Nachlauf ergänzend als Animation bereitgestellt.

Die Überflutungstiefe wurde in drei Stufen gemäß folgender Tabelle dargestellt. Die Stufe „Überflutungstiefe“ bis 10 cm kann optional je nach örtlichen Gegebenheiten verwendet werden (z. B. bei nur geringen Wasserständen im Flachland). Auf eine Überflutungstiefe kleiner 10 cm wurde hier aufgrund der ausgeprägten bergischen Topographie in Remscheid verzichtet.

Tab. 2-1: Darstellung der Überflutungstiefen (Arbeitshilfe NRW)

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

Die Darstellung der Fließgeschwindigkeit ist in den Starkregengefahrenkarten ergänzend dargestellt. Dabei wurden 3 Stufen verwendet. Analog zu den HW-Gefahrenkarten ist als unterer Schwellwert eine Geschwindigkeit von 20 cm/s gewählt worden.

Tab. 2-2: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (Arbeitshilfe NRW)

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

Die potenziellen Gefahren für die menschliche Gesundheit und Infrastruktur sowie Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen sind nachfolgend dargestellt und entsprechen der vorgenommenen Einfärbung der Wassertiefen von hellblau zu dunkelblau.

Tab. 2-3: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit/Infrastruktur nach Überflutungstiefe

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

Entsprechend der Gefährdung bzgl. der Fließgeschwindigkeiten nach Arbeitshilfe NRW sind nachfolgend drei Gefährdungsklassen (analog zur Darstellung den Fließgeschwindigkeiten in den Karten nach dem Ampelsystem (rot, gelb, grün) aufgeführt.

Tab. 2-4: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit/Infrastruktur nach Fließgeschwindigkeit

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

Öffentliche Gebäude sind in den Starkregengefahrenkarten neben der Klassifizierung des Schadenspotenzials noch einmal besonders durch einen schwarzen Rahmen hervorgehoben.

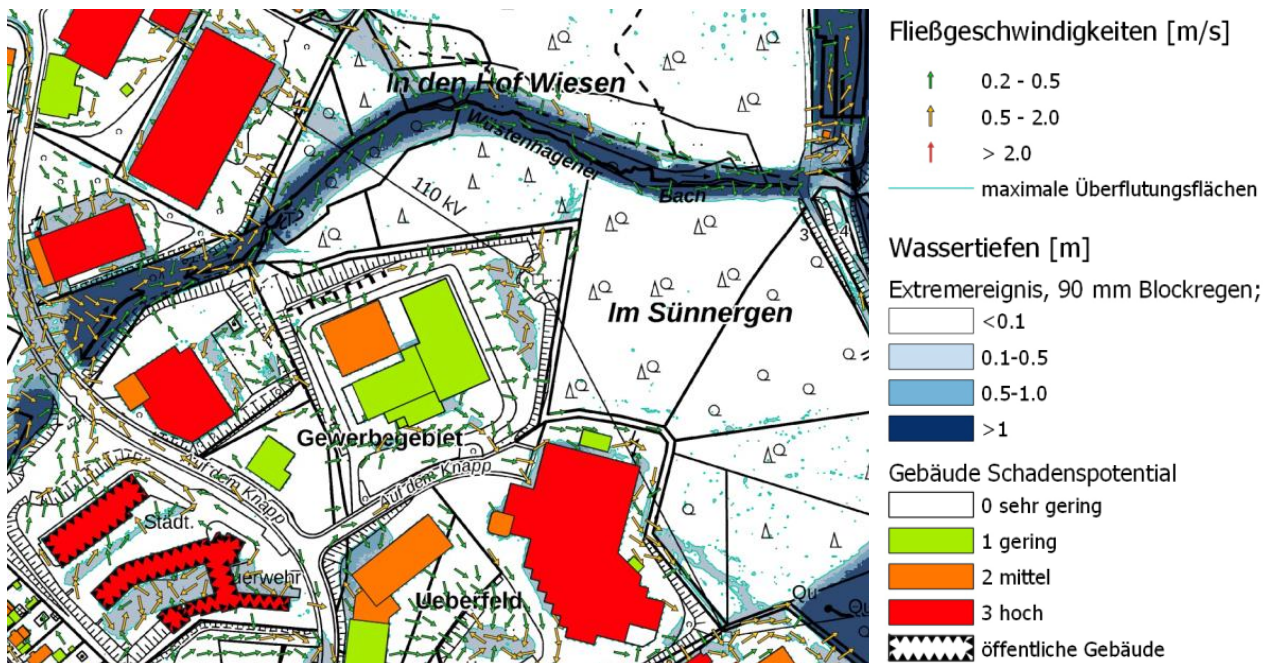


Abb. 2-7: Auszug der Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial, Fließgeschwindigkeit

3. Risikoanalyse

Das Überflutungsrisiko ergibt sich aus der Kombination der Überflutungsgefahr oder Eintrittswahrscheinlichkeit dargestellt in den Starkregengefahrenkarten und der Verletzbarkeit (Vulnerabilität) oder dem Schadenspotenzial. Bei der Starkregenrisikoanalyse wird grundsätzlich zwischen der kommunalen Risikoanalyse, die öffentliche Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen im Blick hat, und der privaten Risikoanalyse, die in der Verantwortung der privaten oder gewerblichen Betreiber und Eigentümer liegt, unterschieden.

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. Diese Einschätzung erfolgt auf Grundlage der vorhandenen Ortskenntnisse und unter Beteiligung der wesentlichen Akteure in der Kommune.

Die kommunale Risikoanalyse erfolgt dabei in drei Schritten, die modular bearbeitet wurden:

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

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 erfolgt im hier beschriebenen Verfahren keine direkte monetäre Bewertung, sondern nur eine qualitative Einschätzung.

Da für die Kommune bereits an 3 Gewässern die Hochwassergefahrenkarten vorliegen, wird eine gemeinsame Analyse für das Starkregen- und Hochwasserrisikomanagement durchgeführt. Parallel dazu wird eine Überprüfung der Risikoanalyse auf Basis der Hochwassergefahrenkarten durchgeführt. Die Hochwassergefahrenkarten sowie Risikobewertungen aus den Hochwasserrisikomanagementplänen liegen als Web-Gis-Datensatz vor.

3.1. Analyse der Starkregengefahrenkarte

Als erster Schritt der Risikoanalyse werden durch die Analyse der Starkregengefahrenkarten für die Szenarien 1 und 3 die 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 wurden die folgenden Kriterien geprüft:

- 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. Dieser Aspekt wurde durch die Analyse der Gebäude in Nähe von erosionsgefährdeten Hangflächen mit landwirtschaftlicher Nutzung berücksichtigt.
- 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 Tieflagen). Hinsichtlich notwendiger Rettungsmaßnahmen sind solche Siedlungsbereiche als gefährdeter einzustufen als Bereiche, die rasch trocken fallen und somit schnell wieder erreichbar sind. Dieser Aspekt wurde durch die Lokalisierung von Verbindungswegen, die auch 1 h nach dem Ereignis noch deutlich eingestaut sind, analysiert.

3.2. Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche

Bei der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen werden sowohl nicht-monetäre als auch monetäre Schäden (ohne weitere Quantifizierung) berücksichtigt. 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 auftreten

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

Im Rahmen der Abschätzung möglicher Schäden durch Starkregen können kritische Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen in die Starkregengefahrenkarten eingezeichnet werden, für die bei Starkregeneignissen Gefahren für die menschliche Gesundheit bzw. erhebliche Schäden und Beeinträchtigungen erwartet werden (s. Tab. 2-3). 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 Starkregenerisikomanagementplanung wurden diese Einrichtungen (Stromanlagen von Seiten der EWR, Wasserwirtschaftliche Anlagen der TBR) auf ihr jeweiliges Risiko angesprochen und informiert.

Verursacht durch hohe Fließgeschwindigkeiten des zu- und abfließenden Wassers können nach Starkregeneignissen 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 kann daher überprüft werden, ob mit der Verlegung von Bauwerken (z. B. Verrohrungen, Brücken und Durchlässen) zu rechnen ist. Die Karten zur Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen vom Geologischen Dienst NRW wurden verwendet und für Flächen von hoher Erosivität ausgewertet. Die Erosionsgefährdungskarten wurden mit den Starkregengefährdungskarten überlagert, um die Bereiche kenntlich zu machen, in denen sowohl eine hohe Abfluss- als auch Erosionsgefahr besteht.

Aufgrund der umfangreichen Datengrundlagen und Informationsquellen (z. B. Bebauungsplan, Flächennutzungsplan, sonstige Karten, Orthophotos (Luftbilder), ALKIS, Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS), sonstige vor Ort vorliegende Informationen etc.) wurde die Ermittlung des Schadenspotenzials in zwei Schritten als flächenbezogene und als detaillierte Analyse durchgeführt. Bei der flächenbezogenen Auswertung werden die besonders schadensrelevanten bzw. schützenswerten öffentlichen Objekte und Bereiche identifiziert und lokalisiert (s. Tab. 3-1). In einer detaillierten Analyse wurden für einzelne öffentliche Objekte zusätzlich die Grundlagen für die gesonderte Erhebung von 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 angestoßen (s. Anlage 3).

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 detail-

lierte 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.




Tab. 3-1: Liste kritischer Bereiche / Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (EU-HWRM-RL , 2016)

Objekt/Bereich	Risikoaspekt
Besonders kritische Objekte, z. B.: <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 Kellergeschossen vorhanden sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Schadenspotenzial • Erhöhte Gefahr für Gesundheit, Bevölkerung 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 Einsatzrouten
<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 Kellerfenstern 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 Krisenmanagement • Erreichbarkeit im Ereignisfall • Sicherstellung des Zugangs zu den betroffenen Gebieten
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtungen und Objekte mit möglichen Schadstoffquellen, die zu einer Gefährdung im öffentlichen 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 Folgeschäden

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"> • Hohes Schadenspotenzial durch Folgeschäden
<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

Zur Ermittlung der kritischen Objekte wurden die Gebäude und Bereiche von gefährdeten Infrastruktureinrichtungen (Krankenhaus, Feuerwehr etc.) nach dem jeweiligen Schadenspotenzial klassifiziert. Dazu werden die Gebäudeobjekte in 4 verschiedene Kategorien eingeordnet.

Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial

Symbol in den Karten	Schadenspot. Nr.	Schadenspot. Wort	Anzahl Gebäude	Anteil [%]
	0	sehr gering	16.144	27,5
	1	gering	16.257	27,8
	2	mittel	23.516	40,2
	3	hoch	2.653	4,5

Dabei zeigt sich, dass nur ein geringer Teil der Objekte (4,5 %) ein hohes Schadenspotenzial aufweist. Die Mehrzahl der Objekte rangiert im Bereich geringes oder sehr geringes Schadenspotenzial (> 55 %).

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. Die Bewertung von Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial dient der Abschätzung des Risikos.

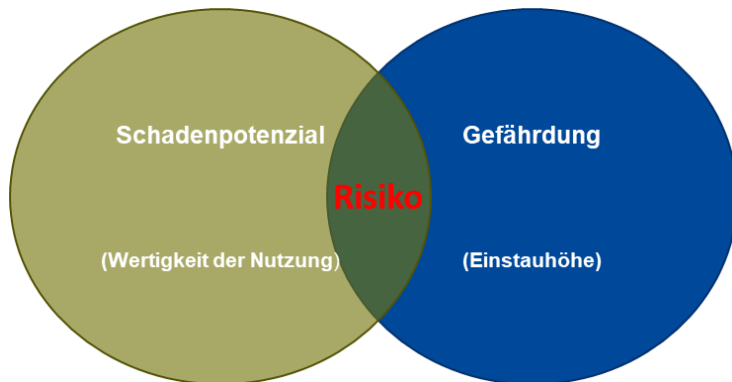
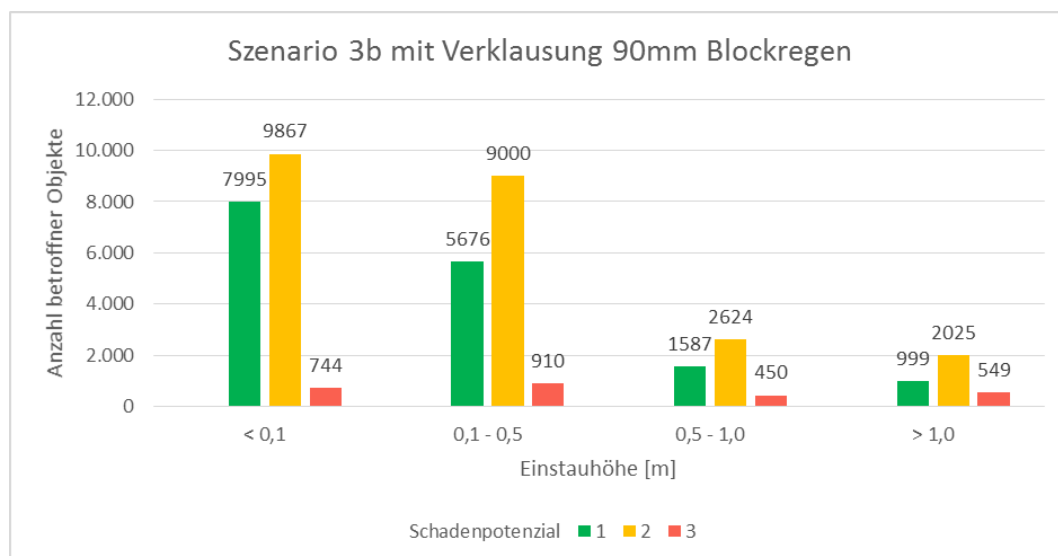


Abb. 3-1: Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial

Für die Ermittlung des Überflutungsrisikos wurden die Klassifizierung des Schadenspotenzials (Wertigkeiten der Nutzung mit 4 Klassen) und die Gefährdung der Objekte (Einstauhöhe der Gebäude mit 4 Klassen) miteinander verschnitten. Das Ergebnis der Verschneidung ergibt ein differenziertes Bild, welcher Anteil von Objekte z. B mit einem hohen Schadenspotenzial mehr als 1,0 m eingestaut wird. Die Auswertung dazu ist beispielhaft in der folgenden Grafik aufgeführt.

Tab. 3-3: Risikoeinstufung für Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial und Einstauhöhe



Die Grafik zeigt, dass bei dem Szenario 3b (Worst Case) der Großteil der Objekte (9.867) mit einem mittleren Schadenspotenzial (gelb) zu weniger als 0,1 m eingestaut wird. Demgegenüber stehen nicht zuletzt 549 Objekte mit hohem Schadenspotenzial (rot), die mehr als 1 m eingestaut werden.

Die Auswertung der Risikoverteilung für die übrigen Szenarien befindet sich in der Anlage 2.

Basierend auf den identifizierten kritischen Objekten, Bereichen und Infrastruktureinrichtungen erfolgt eine Priorisierung der gefährdeten Objekte/Bereiche, es werden entsprechende Handlungsschwerpunkte ausgewiesen.

Diese Bewertung und Priorisierung von Handlungsschwerpunkten (Hotspots) erfolgt anhand von Ortsbegehungen und unter intensiver Einbeziehung der jeweiligen lokalen Akteure.

Kriterien für die Bewertung

- 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 vor 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?
- Wo sind Schäden infolge Feststoff- und Gerölltransport zu erwarten?
- Welche möglichen Zugangs- und Rettungswege bestehen für Einsatzkräfte bei den verschiedenen Szenarien?

Eine detaillierte Kategorisierung bzw. Priorisierung des Risikos (z. B. in gering, mittel, hoch) für bestimmte Überflutungstiefen wird in der Arbeitshilfe nicht explizit vorgegeben. Daher wird das Risiko für die auf den Starkregen Gefahrenkarten eingezeichneten kritischen Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen im Sinne einer Ersteinschätzung vorgenommen und entsprechend der lokalen Gegebenheiten priorisiert (z. B. öffentliche Objekte mit hohem Risiko) und eine spätere detaillierte Prüfung im Bedarfsfall veranlasst. Dazu wurden die in der Arbeitshilfe angegebenen "Risikochecklisten" für die von Überflutungen besonders be-

troffenen Risikoobjekte erstellt. Die Dokumentation der 82 öffentlichen Gebäude mit besonderer Gefährdung erfolgt anhand der Risikochecklisten unter Angabe der Daten zum Objekt und der Betroffenheit bei Starkregen und ggf. auch bei Flusshochwasser auf Basis der HW-Gefahrenkarten (Anlage 3). In den Risikochecklisten sind in einem späteren Schritt bereits Handlungserfordernisse und ggf. erste Maßnahmenoptionen zu formulieren. Dabei sind sukzessive Aussagen zu folgenden Aspekten gesondert vorzunehmen:

- Charakterisierung der Überflutungsgefährdung inkl. Nennung der zu erwartenden szenarienbezogenen Überflutungstiefe
- 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.

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. Die Risikocheckliste wurde anhand der Träger der öffentlichen Einrichtung ergänzt. 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.

4. Handlungskonzept

Die in den vorherigen Kapiteln erläuterten Starkregengefahrenkarten und die darauf basierende Risikoanalyse stellen die Grundlage zur Erstellung eines eigenen kommunalen Handlungskonzept zur Vermeidung oder Minderung von Schäden infolge von Starkregen dar.

Dieser Prozess ist eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe und wird zentral von der Stadt unter Einbeziehung aller maßgebenden kommunalen Akteure gesteuert. Ziel ist es, durch die Informationsvorsorge die privaten und gewerblichen Akteure in die Lage zu versetzen ihr individuelles Risiko einschätzen zu können und geeignete Maßnahmen auf Grundlage des Handlungskonzepts ableiten zu können.

Dabei sind mögliche Zielkonflikte zwischen Starkregenrisikoversorge und anderen kommunalen Themenfeldern wie z. B. Straßenplanung, Stadtplanung aufzuzeigen.



Abb. 4-1: Vorsorgemöglichkeiten zum Starkregenrisikomanagement

In der hier vorliegenden Dokumentation wird lediglich die Grundlage für das städtische Handlungskonzept anhand der Aspekte Informationsvorsorge, kommunale Flächenvorsorge und Krisenmanagement gelegt.

Die weitergehende Ausarbeitung des Konzepts bleibt gesonderten stadtinternen Abstimmungsprozessen vorbehalten, die nach Fertigstellung des Berichts beginnen.

4.1. Informationsvorsorge

Die Stadt Remscheid übernimmt die Informationsvorsorge gegenüber den verschiedenen Zielgruppen durch:

- Informationsveranstaltungen
- Veröffentlichung der Starkregengefahrenkarten
- allgemeine Beratungstätigkeit zum Thema Starkregen (Faltblatt, Broschüre, telefonische Beratung, Beratung am Gebäude))

Zusätzlich können auf Anfragen der Bürger zum Thema Starkregen – Wie schütze ich mich? – bei der Verbraucherzentrale NRW gestellt werden.

4.1.1. Zielgruppe Bürger und Öffentlichkeit

Es wird je eine Informationsveranstaltung für die Bürger in den vier Bezirksvertretungen durchgeführt.

- Alt-Remscheid,
- Remscheid-Süd,
- Remscheid-Lüttringhausen
- Remscheid-Lennep

Dabei werden die Starkregengefahrenkarten erläutert und mögliche Maßnahmen zur Eigenvorsorge aufgezeigt und Fragen der Bürger beantwortet.

4.1.2. Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe

Für die Gewerbetreibenden werden bezirksweise (wie in Kapp 4.1.1) Informationsveranstaltungen abgehalten. Auch hier werden die Starkregengefahrenkarten erläutert und mögliche Maßnahmen zur Eigenvorsorge aufgezeigt und Fragen der Gewerbetreibenden beantwortet. Bei den Gewerbetreibenden ist das spezifische Risiko je nach Art der Produktionsmittel (z. B. bei Verwendung von wassergefährdenden Stoffen nach AwSV-Verordnung) von Bedeutung.

4.1.3. Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft

Die Zielgruppe Land-und Forstwirtschaft spielt im Stadtgebiet aufgrund der vorwiegend ausgeprägten Steillagen mit landwirtschaftlicher Flächennutzung eine maßgebende Rolle (siehe Erosionsgefahr in Kartensatz

4) und wird daher gesondert unter Einbindung der Landwirtschaftskammer NRW informiert. Inwiefern eine Flächenvorsorge (durch Uferrandstreifen, Pufferzonen, Fruchtfolge, Bodenbewirtschaftung etc.) in besonders erosiven Hanglagen möglich ist, muss mit den Landwirten individuell vereinbart werden.

4.2. Kommunale Flächenvorsorge

Die in diesem Konzept angesprochene kommunale Flächenvorsorge dient gezielte Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in der Fläche oder Ableitung über vorhandene Fließwege.

Dabei sind in erster Linie die topografischen Gegebenheiten (wie z. B. Mulden etc.) zu berücksichtigen. Durch die Analyse und Bewertung der nachfolgenden genannten Aspekte





- Topografie (Muldenlagen),
- Lage und Verlauf aktueller und früherer Gewässer- und Grabenläufe,
- Überflutungsrisikogefährdungen und Risikobereiche (HW-Gefahren/Risikokarten),
- zentraler und dezentraler Regenwasserrückhalt/Retentionsflächen,
- multifunktionale Flächennutzung und
- Grundstücks-, Straßen- und Gebäudehöhen

4.2.1. Muldenlagen

Anhand der topographischen Analyse von Muldenlagen konnten vier zentrale Kategorien (von gefährdetem Bereich bis hin zu potenziellem Retentionsstandort) in der Fläche ermittelt werden.

Anhand der folgenden Kriterien wurden 894 Geländemulden (Volumen > 50 m³, Mindestfläche 15 m² und Mindesttiefe von 50 cm) im Stadtgebiet ermittelt. Durch die parallele Analyse der Fließwege ($A_{EO} > 1$ ha) ergeben sich 678 abflusslose Mulden und 216 Mulden an ausgeprägten Fließwegen ($A_{EO} > 1$ ha). Durch die Lage der Mulden abseits oder direkt angrenzender Bebauung ergibt sich das potenzielle Gefährdungspotenzial.

Dabei wurden Geländemulden (> 50 m³) nach folgenden Kriterien unterschieden:

-  Kategorie 1: abflusslose Geländemulde mit angrenzender Bebauung (Abstand < 5 m)
-  Kategorie 2: abflusslose Geländemulde abseits von Bebauung (Abstand > 5 m)
-  Kategorie 3: Mulde mit Notwasserweg und angrenzender Bebauung (Abstand < 5 m)
-  Kategorie 4: Mulde mit Notwasserweg abseits von Bebauung (Abstand > 5 m)

Kategorie 1: Sofern sich eine abflusslose Geländemulde, die sich bei Starkregen naturgemäß füllt, in unmittelbarer Nähe zu angrenzender Bebauung befindet, stellt die Mulde bzw. das Überlaufen der Mulde einen potenziellen Gefährdungsbereich dar (unmittelbareres Gefährdungspotenzial).

Kategorie 3: Sofern die Mulde (trotz angrenzender Bebauung) über einen Notwasserweg verfügt, kann unter Berücksichtigung der Unterlieger durch die gezielte Ableitung des Wassers durch den Notwasserweg die Bebauung geschützt werden.

Kategorie 2 + 4: Dagegen sind abflusslose Mulden abseits der Bebauung als potenzielle Retentionsstandorte geeignet. Sofern die Mulden abseits der Bebauung auch über einen Notwasserweg verfügen, kann dieser je nach Retentionsvermögen der Mulde entsprechend angepasst werden.

Ein Kartenausschnitt zu den Geländemulden am Morsbach/Diepmannsbach ist hier beispielhaft dargestellt.

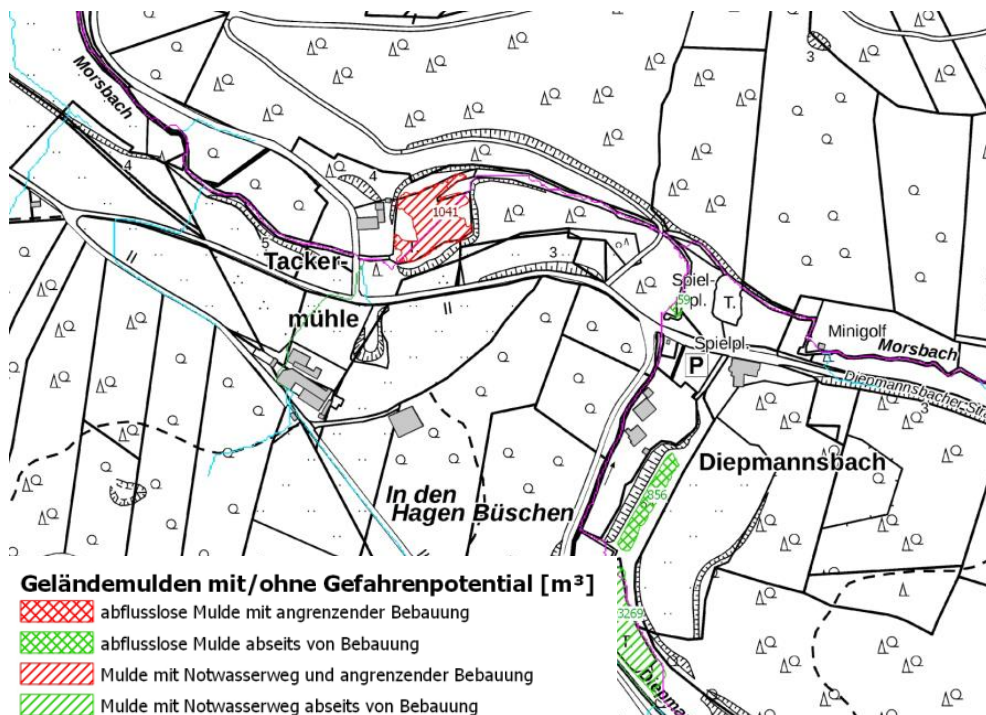


Abb. 4-2: Darstellung der Geländemulden mit/ohne Gefahrenpotential (Kartensatz 3)

Wie in der obigen Abbildung zu erkennen ist, befindet sich am Diepmannsbach im Bereich des vorhandenen Teiches eine Mulde mit Notwasserweg. Kurz unterhalb steht an der rechten Hangkante eine weitere Mulde allerdings ohne direkten Notwasserweg zur Verfügung. Aufgrund der Lage der beiden Mulden abseits der Bebauung stellen sie eine potenzielle Möglichkeit zur Retention in der Fläche dar. Weiter unterhalb an der Tacker Mühle befindet sich ebenfalls eine Geländemulde, die aufgrund ihrer Nähe zur Bebauung allerdings nur bedingt zur verstärkten Retention genutzt werden sollte. In diesem Bereich ist bei Einstau der schadlose Abfluss aus der Mulde sicherzustellen.

4.2.2. Multifunktionale Flächen

Neben der Betrachtung der Muldenlagen wurden auch die potenziell multifunktionalen Flächen ermittelt. Dazu wurden auf Basis der städtischen Nutzungen wie Grünrasen, Parks etc. stadtwweit geeignete Standorte ausgewählt. Nach der Vorauswahl der städtischen Grünflächen wurden diese in einem nächsten Schritt hinsichtlich ihrer Eignung als Retentionsraum für Starkregenabflüsse bewertet.

Zur Beurteilung und Einstufung der hydraulischen Flächeneignung sind zwei maßgebende Kriterien einzu-beziehen. Besonders wichtig ist die Größe der Fläche bzw. des Flurstücks. Je größer die Fläche in Relation zur Zuflussmenge bzw. zum Zufluss liefernden Einzugsgebiet ist, umso stärker wirksam ist sie zur Überflutungsvorsorge. Eine erste grobe Einschätzung kann über das Verhältnis der Einzugsgebietsfläche A_{EO} zur Retentionsgrundfläche A_{MUR} erfolgen.

Zur Abschätzung der „hydraulischen Wirksamkeit“ bzw. der Kapazität einer Fläche das Wasser temporär schadfrei zurückzuhalten wurden die in [3] ausgewiesenen Kennzahlen herangezogen , die von typischen Regenbelastungen, Abflussbeiwerten und moderaten Einstautiefen ausgehen.

Tab. 4-1: Kennzahlen zur Einschätzung der hydraulischen Wirksamkeit multifunktionaler Flächen

	A_{EO}/A_{MUR}	A_{EO}/A_{MUR}	A_{EO}/A_{MUR}
Flächenverhältnis	< 30	30 - 60	> 60
Hydraul. Effektivität	hoch	mittel	gering

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt möglicher multifunktionaler Flächen an Gewässern wie hier am Lenneper Bach.

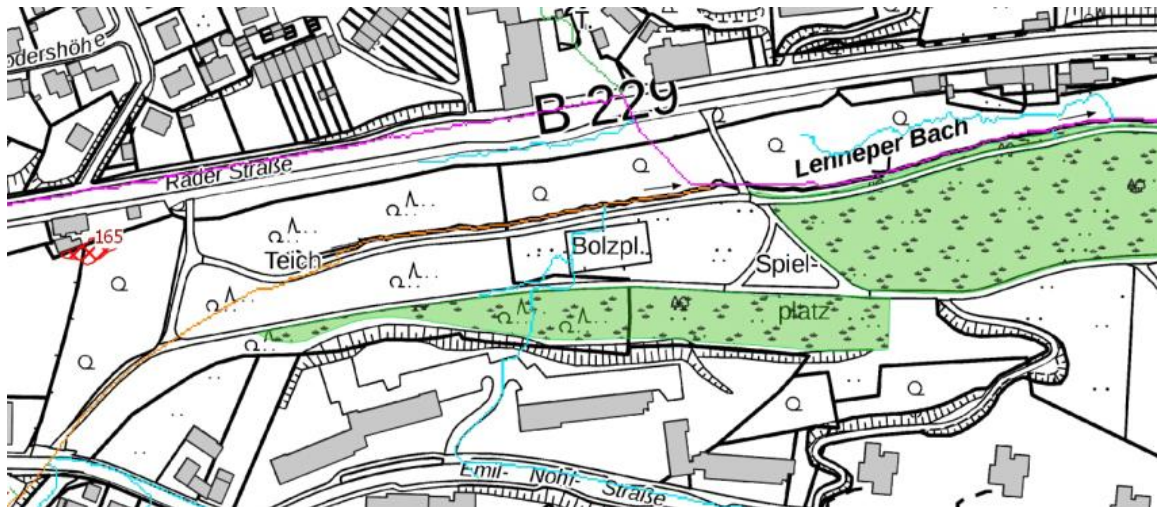


Abb. 4-3: Darstellung möglicher multifunktionaler Flächen (Kartensatz 3)

Die Auswertung von potenziellen multifunktionalen Flächen wurde für Fläche mit mittlerer bis hoher Effektivität ($A_{eo}/A_{mur} < 60$) vorgenommen. Dabei ergaben sich im Stadtgebiet 65 potenzielle Standorte für multifunktionale Flächen. Die Flächen sind in dem Kartensatz 3 „Handlungskonzept Flächenvorsorge“ dargestellt und befinden sich aufgrund der angewendeten Kriterien vorwiegend in den Oberläufen der Gewässer, die aufgrund der ausgeprägten Hangneigung in weiteren Stufen auf ihre technische Umsetzbarkeit zu prüfen sind.

4.3. Krisenmanagement

Das Krisenmanagement dient der Abwendung bzw. Verminderung von Gefahren für Leib und Leben, dem Umweltschutz, dem Schutz von Sachwerten und der infrastrukturellen Versorgung der Bevölkerung. Dazu gehören die Themen Vorsorge, Vorbereitung, Bewältigung und Nachbereitung.

Für den gezielten Einsatz von Hilfskräften (Feuerwehr, THW, etc.) sind bei Starkregen die bereits vorhandenen **Alarm- /und Einsatzpläne** geringfügig zu ergänzen. Daher wurden für den Themenbereich Verklauung von Durchlässen, Anfahbarkeit bei den von Einsatzpunkten und Erosion von landwirtschaftlichen Flächen gesonderte Karten erstellt.

Verklauung von Durchlässen mit angrenzender Bebauung

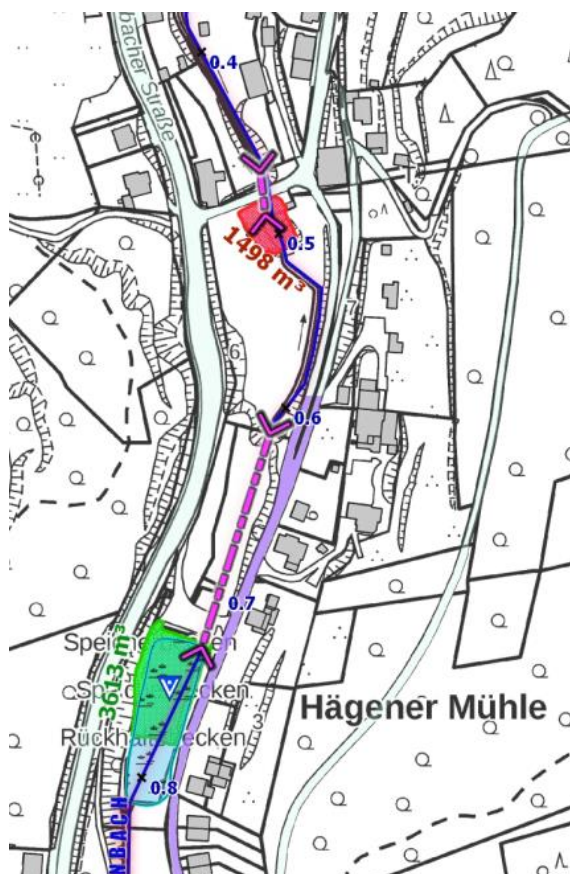
Dabei ist neben den gesicherten Meldewegen und definierten Warnschwellen eine Liste der im Vorfeld bekannten neuralgischen Hotspots sinnvoll. Zur Ermittlung dieser Hotspots wurde neben den Mulden und gefährdeten Objekten (s. Kap. 3) auch die möglichen Einsatzpunkte an Gewässerdurchlässen mit erhöhtem Gefahrenpotenzial erarbeitet. Es wurde unter Berücksichtigung des potenziellen Stauvolumens vor den

Durchlässen in Abhängigkeit der Bebauungssituation die Gefährdung abgeschätzt. Hierbei wurden zwei Klassen unterschieden:

- Kategorie 1: Stauvolumen mit angrenzender Bebauung
- Kategorie 2: Stauvolumen abseits von Bebauung

Kategorie 1: Großes Stauvolumen ($> 50 \text{ m}^3$) vor dem Durchlass mit angrenzender Bebauung signalisiert ein erhöhtes Gefährdungspotenzial bei Verklausung des Durchlasses. Hier ist zu prüfen, ob die Freihaltung des Durchlasses durch Rechenanlagen oder turnusmäßige betriebliche Wartung dauerhaft sichergestellt werden kann.

Kategorie 2: Großes Stauvolumen ($> 50 \text{ m}^3$) vor dem Durchlass abseits von Bebauung signalisiert einen potenziellen Retentionsstandort. Hier ist zu prüfen, ob der Standort durch bauliche Maßnahmen für weitergehende Retention genutzt werden kann.



Die Lage der Durchlässe mit großem Stauvolumen ist in den Kartensatz 4 dargestellt. Ergänzend dazu sind diese Durchlässe auch tabellarisch erfasst und mit Adressangaben und Angaben zu örtlichen Besonderheiten versehen (s. Anlage 4).

- Eine beispielhafte Verklausungssituation an Durchlässen und dem Potenzial zur verstärkten Retention ist auszugsweise am Müggenach im Bereich der Hägener Mühle dargestellt. Wie aus der Abbildung zu erkennen ist, weist der Durchlass bei km 0,5 ein Einstauvolumen von ca. 1.500 m^3 , das aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Bebauung ein erhöhtes Schadenspotenzial darstellt. Demgegenüber steht das vorhandene Rückhaltebecken bei km 0,7 an der Hägener Mühle mit rd. 3.613 m^3 Stauvolumen. Hier könnte ggf. durch Erweiterung des Beckens oder gezielte Maßnahmen am Ablauf des Staubauwerkes eine verstärkte Retention aktiviert werden.

Abb. 4-4: Darstellung des potenziellen Stauvolumens vor Durchlässen (Kartensatz 4)

Anfahrwege bei Einsatz

Für den schnellen zielgerichteten Einsatz von Hilfskräften (THW, Feuerwehr etc.) ist die Anfahrbarkeit der Einsatzpunkte von großer Bedeutung. Um die möglichen Behinderungen an Straßentiefpunkten/Unterführungen zu lokalisieren, wurden die Einstautiefen der Hauptverbindungswege (Straße, Verkehrsflächen) während und nach dem Starkregenereignis ausgewertet. Als noch durchfahrbare Einstautiefe für Einsatzfahrzeuge wurde als Schwellwert eine Tiefe von 0,5 m gewählt (für PKW gilt im Allgemeinen ein Schwellwert von 0,3 m).

Fällt der Einstau nach dem Ereignis wieder unter 50 cm, kann von einem temporären Einstau ausgegangen werden. Bleibt der Einstau auch nach dem Ende des Ereignisses von über 50 cm bestehen, ist aufgrund der Dauer von einem dauerhaften Einstau auszugehen. Die ermittelten Einstaupunkte an den Verbindungsstecken sind in den Kartensatz 4 dargestellt und dienen den Hilfskräften zur Orientierung im Einsatzfall.

Eine beispielhafte Darstellung der Anfahrwege bei Einsatz ist nachfolgend abgebildet.

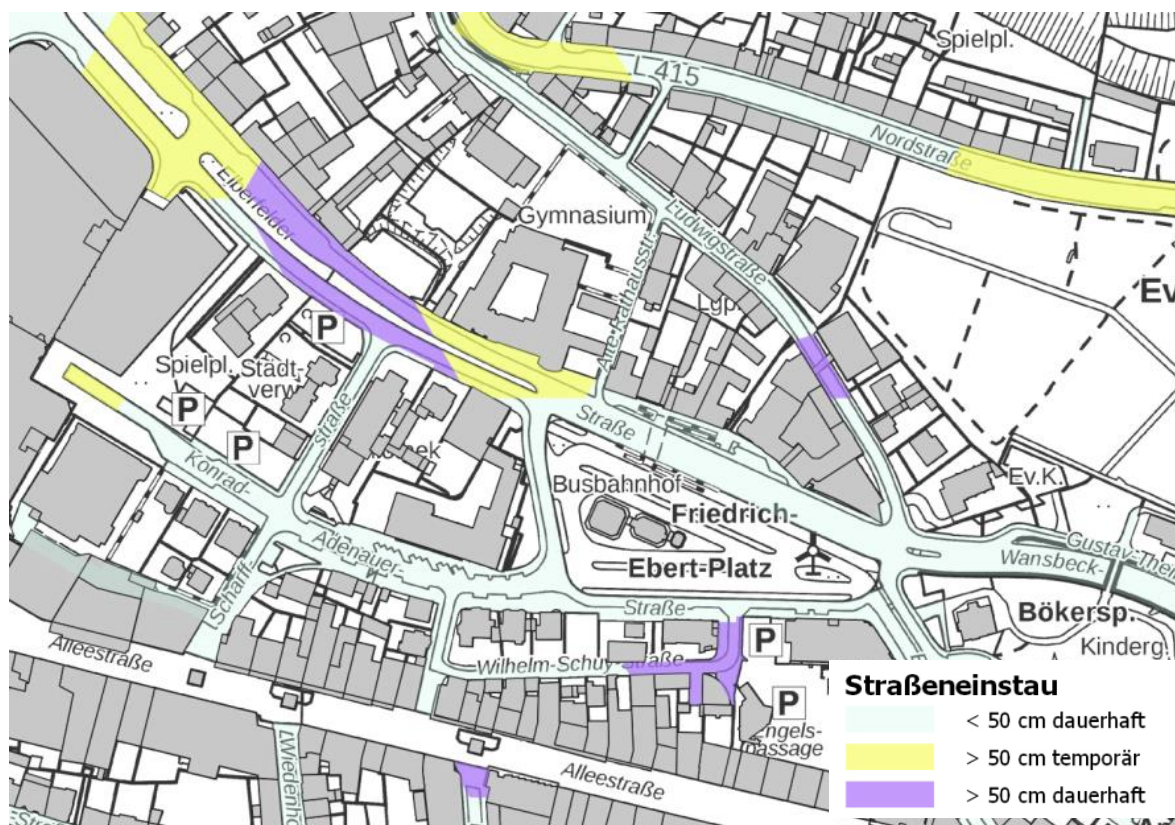
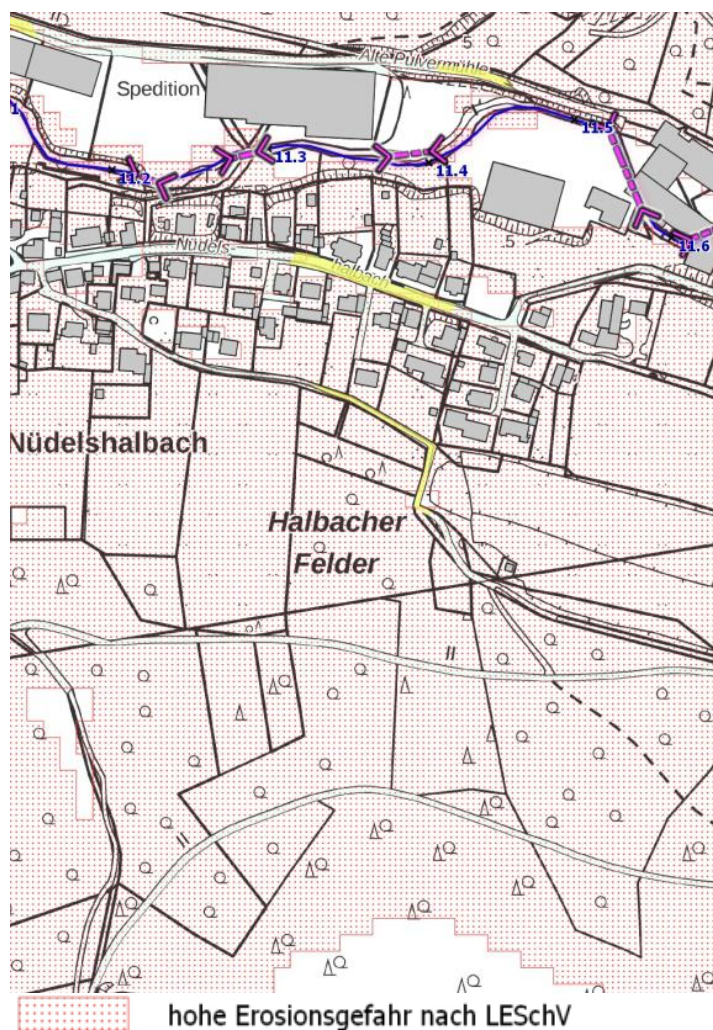


Abb. 4-5: Darstellung der Einstausituation der Anfahrwege (Kartensatz 4)

Die Karte zeigt einen Ausschnitt im Bereich der Elberfelder Straße zwischen Alleecenter und Stadtverwaltung. Der Straßenabschnitt weist im Bereich der Kreuzung zur Scharffstraße einen Abschnitt mit temporärem Einstau und abschnittsweise auch dauerhaftem Einstau der Straße auf.

Erosion von landwirtschaftlichen Flächen

Zur Lokalisierung von erosionsgefährdeten Flächen wurde anhand von Kennzahlen wie Hangneigung und Erosivität des Oberbodens eine überschlägige Einschätzung zur Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen nach Landeserosionsschutzverordnung (LESchV) vom Geologischen Dienst NRW erstellt. Dabei werden auf Basis von Hangneigung und Erodierbarkeit des Oberboden drei Klassen (gering, mittel und hohe Erosivität) unterschieden. Für die Beurteilung besonders gefährdeter Bereiche wurden daher auf Basis der vorliegenden Karten (nach LESchV) nur die Flächen mit hoher Erosivität ausgewertet und in den Karten als ergänzende Information dargestellt.



Wie aus der Abbildung zu erkennen ist, besteht aufgrund der steilen Topographie und den anstehenden Oberböden ein hohes Erosionspotenzial in der Fläche, das lediglich in den Höhenlagen (Plateau) und Tieflagen (Auenbereiche der Gewässer) begrenzt ist.

Abb. 4-6: Darstellung der Flächen mit hoher Erosionsgefahr nach LESchV (Geol. Dienst NRW)

4.4. Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen

Die Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen umfasst Vorsorge-, Schutz- und Unterhaltungsmaßnahmen auf kommunalen Flächen.

Die wesentlichen Aspekte beinhalten folgende Ansätze:

1. Rückhaltung von Außengebietswasser
2. Freihaltung bevorzugter Fließwege des Oberflächenabflusses in der Siedlungsfläche
3. Rückhaltung von Oberflächenwasser im Siedlungsgebiet / Rückhaltung in der Fläche im Außenbereich
4. Nutzung multifunktionaler Flächen
5. Gezielte Ableitung unvermeidbarer Oberflächenwasser zu schadarmen/schadfreien Flächen
6. Geordnete schadarme Zwischenspeicherung unvermeidbarer Oberflächenwasser im Straßenraum
7. Geordnete schadarme Ableitung unvermeidbarer Oberflächenwasser in Gewässer und Entlastungsgräben
8. Besonderer Schutz von Risikobereichen (Gefahr für Menschenleben) und Objekte mit kritischer Infrastruktur

Im Handlungskonzept der Stadt Remscheid ist der Einsatz aller oben genannten Maßnahmen prinzipiell möglich. Aufgrund der Topographie mit vorwiegend steilen Hängen- und der Siedlungsstruktur mit Wohnbebauung vorwiegend auf der Höhenlage und Gewerbe vorwiegend in den Tallagen sind für die beiden Siedlungsbereiche folgende Maßnahmen am ehesten zielführend.

Bevorzugte Maßnahmen für Wohnbebauung in Höhenlage

1. Freihaltung bevorzugter Fließwege des Oberflächenabflusses in der Siedlungsfläche
2. Nutzung multifunktionaler Flächen
3. Gezielte Ableitung unvermeidbarer Oberflächenwasser zu schadarmen/schadfreien Flächen

Bevorzugte Maßnahmen für Gewerbeflächen in der Tallage

1. Geordnete schadarme Zwischenspeicherung unvermeidbarer Oberflächenwasser im Straßenraum
2. Geordnete schadarme Ableitung unvermeidbarer Oberflächenwasser in Gewässer und Entlastungsgräben
3. Klassische Eigenvorsorge vor Überflutung aus Flusshochwasser und urbanen Sturzfluten

Die Auswahl der als geeignet erscheinenden Maßnahmen für die jeweiligen Gewässerabschnitte oder Ortslagen sind im nachfolgenden Kapitel „Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen“ mit empfehlendem Charakter in Abstimmung mit den städtischen Akteuren des HW-Risikomanagements zusammengestellt.

Die Analyse der Überflutungsgefährdung dient der Einschätzung der Gesamtsituation bei Starkregen. Bei Betrachtung des Stadtgebiets Remscheid zeigt sich aufgrund der topographischen günstigen Höhenlage des Stadtzentrums eine vergleichsweise geringe Überflutungsgefährdung. Dagegen ist das historische Stadtzentrum von Lennep aufgrund der Kessellage deutlich gefährdet. In der historischen Altstadt befinden sich zahlreiche denkmalgeschützte Gebäude (Röntgen-Museum), so dass hier mögliche Objektschutzmaßnahmen nur schwer mit dem Denkmalschutz zu vereinbaren sind. Der ehemalige Lenneper Bach ist vollständig überbaut und die ehemalige Verrohrung dient nur noch als Relikt, so dass hier auch die Ableitungsmöglichkeiten der Sturzfluten deutlich limitiert sind.

Weiterhin befinden sich historisch bedingt zahlreiche metallverarbeitende Betriebe in unmittelbaren Nähe zum Gewässer. Vor allem das Einzugsgebiet des Morsbachs ist in den Tallagen vorwiegend durch Gewerbebetriebe bebaut. Neben der Bebauung in der Talauie befinden sich am Morsbach viele Gewässerdurchlässe, die im Falle von Starkregen schnell hydraulisch überlastet und bei Verkläuser entsprechend überstaut werden können. Die Nebenläufe des Morsbachs sind im Unterlauf häufig verrohrt und münden in unmittelbarer Nähe zu Gewerbebetrieben oder (verkläuser) Straßendurchlässen in den Morsbach.

Es befinden sich zwei Talsperren im Stadtgebiet, die von Seiten der Wupperverbandes betrieben werden. Die Eschbachtalsperre und Panzertalsperre werden durch den Starkregen nicht maßgeblich in Anspruch genommen.

Die Analyse der Überflutungssituation am Eschbach ist aufgrund der vorwiegend naturnahen Nutzung als geringfügig einzustufen. Die Situation an der Wupper im Bereich der Müngstener Brücke ist ebenfalls als unkritisch zu bewerten.

Der Umgang mit dem ermittelten Risiko ist bei Privateigentümern im Rahmen der Eigenvorsorge (Versicherung, Rückstauklappen oder sonstige bauliche Maßnahmen) zu erbringen. Bei den öffentlichen Gebäuden ist das Risiko von Seiten der Stadt zu bewerten und unter den verschiedenen Aspekten (Straße, Hygieneaspekte, Barrierefreiheit etc.) abzuwägen.

5. Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen

Die kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen dienen kurz-/mittelfristig dem Ziel der Risikovorsorge bei Starkregen. Dabei sind folgende Aspekte/Möglichkeiten zu berücksichtigen (DWA 213 b; Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge (August 2013):

- Rückhaltung und Ableitung Außengebietswasser
- Rückhaltung Oberflächenwasser in der Fläche
- Ableitung oder Zwischenspeicherung unvermeidbarer Oberflächenwasser im Straßenraum
- Schutz Risikobereiche mit Gefahr für Menschenleben, kritische Objekte und Infrastruktureinrichtungen
- Nutzung multifunktionaler Flächen
- Einsatz dezentraler Maßnahmen in Außengebieten durch land-/forstwirtschaftliche Praxis

5.1. Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser

Die Möglichkeiten zur Rückhaltung und Ableitung der Außengebietswasser sind aufgrund der topographischen Lage begrenzt. Ggf. ist die Entflechtung von Bachwasser und Kanalnetz eine Chance zur Entspannung der hydraulischen Situation. Dabei sind insbesondere die Zuläufe von Verrohrungen hydraulisch günstig zu gestalten oder mit raumgreifenden Rechen zu versehen.

5.2. Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen

Bei Starkregenereignissen sind im Stadtgebiet im Wesentlichen die drei abflussrelevanten Gewässer Morsbach, Eschbach und Wupper zu nennen, die abschnittsweise ebenfalls im Rahmen der HWRM-RL hinsichtlich HW-Risiko und HW-Gefahr betrachtet wurden. Es befinden sich keine öffentlichen Gebäude im Überschwemmungsgebiet.

Folgende Gewässerabschnitte im Stadtgebiet wurden aufgrund ihres möglichen Schadenspotenzials als EU-berichtspflichtig eingestuft und daher in den HW-Gefahren und Risikokarten erfasst:

- Morsbach: km 0,0 - km 12,0 mit Oberlauf bis km 15,1 auf Remscheider Stadtgebiet
- Eschbach: km 2,3 - km 2,6 mit Oberlauf bis km 12,0 auf Remscheider Stadtgebiet
- Wupper: km 29,7 - km 32,5

Neben dem Sachschaden kann es auch zu Personenschäden kommen. Im Folgenden wird die Anzahl der betroffenen Personen auf Basis der HW-Risikokarten berücksichtigt.

Tab. 5-1: Betroffene Einwohnerzahl nach HW-Risikokarten

HW-Risikokarten	Morsbach bei HQ häufig / mittel / extrem	Eschbach bei HQ häufig / mittel / extrem	Wupper bei HQ häufig / mittel / extrem
Betroffene Einwohnerzahl bei HW ohne techn. HW-Schutz	150 / 210 / 360	0 / < 10 / <10	<10 / <10 / <10

Die Tabelle zeigt, dass das Risiko für Leib und Leben (betroffene Einwohner) im Stadtgebiet praktisch ausschließlich am Einzugsgebiet des Morsbachs zu verorten ist. Dennoch ist auch hier die Risikolage bezogen auf rd. 12 km Gewässer vergleichsweise unkritisch zu bewerten. Dagegen sind das Anlagevermögen und die Betriebsausfälle für die Gewerbetreibenden erheblich.

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.

5.3. Siedlungsentwässerung

Die Siedlungsentwässerung im Stadtgebiet erfolgt überwiegend im Trennsystem. Lediglich der Stadtteil Lennep entwässert vorwiegend im Mischsystem. Die Behandlung des Abwassers erfolgt an den drei Kläranlagen Radevormwald (westliches Stadtgebiet), Wuppertal-Kohlfurth (nördliches Stadtgebiet) und Solingen-Burg (südliches Stadtgebiet).

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.

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 gewisses Stauvolumen und können bei Abklingen des Ereignisses das im Straßenraum gespeicherte Regenwasser gedrosselt über die Straßenabläufe abfließen lassen.

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

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 und
- unbebaute Flächen.

Bauliche Maßnahmen auf multifunktional genutzten Grünflächen beinhalten 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.

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 ebenfalls 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, Erd-dämme, 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 sind 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?

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 Auwald Entwicklung in Überflutungsbereichen, die Erhaltung der Waldfläche allgemein, der Umbau von Nadelbaumreinbeständen in stabile, naturnahe und klimatolerante Mischwälder, die Revitalisierung von Auwäldern sowie die Anlage von Tümpeln und Feuchtbiotopen. Die abflusssdämpfende Wirkung von Wald stößt bei sehr starken Niederschlägen allerdings auch an ihre Grenzen (Wassersättigung des Bodens).

5.8. Konkrete Maßnahmenansätze

Die konzeptionellen Möglichkeiten zur Gefahrabwehr bzw. Minderung der Gefährdung an besonders betroffenen Überflutungsschwerpunkten (Hotspots) wurde bereits anhand von weitergehenden Abfluss-Simulationen mit verschiedenen Planungsvarianten durchgeführt. Die betrachteten Hotspots liegen vorwiegend an (verrohrten) Mündungsbereichen von Nebengewässern in den Morsbach mit Gewerbebetrieben oder an öffentlichen Einrichtungen (Freibad Eschbachtal) oder beziehen sich auf konkrete städtebauliche Planungen (wie z.B. Designer Outlet Center (DOC) in Lennep).

1. Kleebachmündung in den Lennper Bach (Fa. Turck)
2. Ibachmündung in den Morsbach (Fa. Halbach)
3. Arnegger Teiche am Lennper Bach (Neuenteich)
4. Mündung Veringhauser Bach in den Morsbach (Ortslage Morsbach)
5. Mündung Müggenbach in den Morsbach
6. Freibad Eschbachtal
7. Platz am Wassertor (Altstadt Lennep und DOC Remscheid)

Eine ausführliche Analyse der hydraulisch/hydrologischen Situation an den Hotspots und die Wirkung von möglichen Schutzmaßnahmen inkl. Empfehlung für das weitere Vorgehen befinden sich in einer gesonderten Dokumentation zu den einzelnen Hotspots.

6. Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Studie zum Starkregnerisikomanagement erhalten die Verantwortlichen in den Behörden Hintergrundinformationen und Hilfestellungen für mögliche Vorgehensweisen, um das Starkregnerisiko zu bewerten und entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung möglicher Schäden identifizieren zu können. Die Maßnahmen im öffentlichen und privaten Bereich können demnach übergreifend koordiniert und aufeinander abgestimmt werden, um in dem integrierten Handlungskonzept die größtmögliche Wirksamkeit in Bezug auf die Risikominimierung zu erreichen.

Dabei wurden die folgenden Bausteine der Förderrichtlinie sukzessiv bearbeitet und mit der Stadt Remscheid abgestimmt.

1. Grundlagendaten
2. Analyse der Überflutungsgefährdung (→ Starkregenkarten)
3. Risikoanalyse (→ besonders betroffene öffentliche Gebäude)
4. Handlungskonzept (→ Karten zur Flächenvorsorge und zum Krisenmanagement)
5. Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Starkregnerisikomanagement

Die Starkregenkarten zeigen die Überflutungsausdehnung anhand der Kenndaten

- Überflutungstiefe [m],
- Fließgeschwindigkeit [m/s]
- sowie dem zeitlichen Ablauf des Ereignisses.

Damit wurde die Überflutungsgefährdung für alle Objekte (Gebäude, AwSV-Anlagen, Einrichtungen zur Stromversorgung, wasserwirtschaftliche Einrichtungen) anhand von sechs Lastfällen (Szenarien 1 + 2 + 3 unverklauste/verklauste Durchlässe) ermittelt. Durch Verschneidung mit dem Schadenspotenzial der einzelnen Objekte ergibt sich das spezifische Risiko für eine Betroffenheit bei Starkregenabfluss.

Die Auswertung des Risikos mündet neben der Information für Bürger und Gewerbetreibende in Handlungskonzepten zur Flächenvorsorge und zum Krisenmanagement für die öffentliche Hand.

Zur Ableitung von möglichen Maßnahmen zur Flächenvorsorge wurden Muldenlagen mit/ohne Notwasserwege im Hinblick auf die Gefährdung angrenzender Bebauung lokalisiert. Weiterhin wurden potenzielle multifunktionale Flächen für Rückhaltemaßnahmen ermittelt.

Im Sinne des Krisenmanagements wurde die Anfahrbarkeit von Einsatzpunkten anhand von Einstau der Verbindungswege analysiert.

Des Weiteren wurden die potenziellen Gefahrenpunkte bei Verklausung von Durchlässen analysiert. In diesem Zusammenhang ist auch die Darstellung von erosionsgefährdeten landwirtschaftlichen Flächen als ergänzende Information in den Karten dargestellt.

Abschließend werden die Ansätze für kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen aufgezeigt. Konzepte zur Gefahrenabwehr/Minderung der Gefährdung wurden bereits an sieben Hotspots im Stadtgebiet gesondert untersucht. Die Dokumentationen möglicher Lösungen sind in gesonderten Heften beschrieben.

Weitergehende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Starkregen sind konzeptionell und gesamtanschaulich von der Kommune zu planen und zu koordinieren.

7. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge – DWA T1/2013
- [2] Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement – HWRM Planung in NRW (MUNLV 11/2018)
- [3] Multifunktionale Flächen in der Stadt MURIEL Teil 3 (Dt. Bundesstiftung Umwelt AZ: 32223/01)

Abkürzungsverzeichnis

ALKIS:	A mtliches T opographisch- K artographisches I nformationssystem
AwSV:	A nlagen W assergefährdender S toffe V erordnung
DGM:	D igitales G eländemodell
EU-HWRM-RL:	E uropäische H ochwasserrisikomanagement- R ichtlinie
EWR:	E nergie und W asser R emscheid
HRB:	H ochwasserrückhaltebecken
KOSTRA DWD 2010R:	K oordinierte S tarkniederschlagsregionalisierung und - a uswertung des Deutschen Wetterdienstes“
LESchV:	Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen nach L andes e rosionsschutz v erordnung (Geologischer Dienst NRW)
LUBW:	Landesumweltamt für U mwelt B aden- W ürttemberg
MULNV:	M inisterium für U mwelt, L andwirtschaft, N atur- und V erbraucherschutz (NRW)
PW :	P umpwerk
RKB:	R egenklärbecken
RRB:	R egenrückhaltebecken
RÜB:	R egenüberlaufbecken
TBR:	T echnische B etriebe R emscheid

Kartenverzeichnis

Kartensatz 1: Starkregengefahrenkarten für Veröffentlichung (ohne AwSV-Anlagen)

Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 1a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 1b (mit Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 2a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 2b (mit Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 3a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 3b (mit Verklausung)	M 1:2.500

Kartensatz 2: Starkregengefahrenkarten mit AwSV-Anlagen (zur stadtinternen Verwendung)

Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 1a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 1b (mit Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 2a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 2b (mit Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 3a (ohne Verklausung)	M 1:2.500
Blatt 1 - 24:	Starkregengefahrenkarten Szenario 3b (mit Verklausung)	M 1:2.500

Kartensatz 3: Karten Handlungskonzept Flächenvorsorge

Blatt 1 - 24:	Lage von möglichen kommunalen Baumaßnahmen	M 1:2.500
---------------	--	-----------

Kartensatz 4: Karten Handlungskonzept Krisenmanagement

Blatt 1 - 24:	Handlungskonzept Krisenmanagement	M 1:2.500
---------------	-----------------------------------	-----------