



Starkregenrisikomanagement
der Gemeinde Wickede (Ruhr)

Erläuterungsbericht

Im Auftrag der

Gemeinde Wickede (Ruhr)

bearbeitet durch

FISCHER TEAMPLAN Ingenieurbüro GmbH, Wilhelmstr. 26, 42697 Solingen

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.1.	Vorgehensweise	3
1.2.	Grundlagendaten	4
1.2.1.	Bebauung und Infrastruktur	4
2.	Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen	5
2.1.	Eingangsgrößen	5
2.1.1.	Niederschlag	5
2.1.1.1.	Zeitliche Verteilung	6
2.1.2.	Szenario 1: KOSTRA-Modellregen T30 D60	7
2.1.2.1.	Szenario 2: KOSTRA-Modellregen T100 D60	8
2.1.2.2.	Szenario 3: Außergewöhnliches Ereignis als Blockregen	8
2.1.3.	Topografie	9
2.2.	Hydraulische Gefährdungsanalyse	10
2.2.1.	Geländerauheit	11
2.2.2.	Gebäude	12
2.2.3.	Modellierung / Simulation	13
2.2.4.	Plausibilisierung	13
2.2.5.	Ergebnisdarstellung	14
2.3.	Starkregengefahrenkarte	14
3.	Risikoanalyse	17
3.1.	Analyse der Starkregengefahrenkarte	18
3.2.	Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche	19
3.3.	Risikoermittlung und Risikobewertung	23
3.3.1.	Kriterien für die Bewertung	24
4.	Handlungskonzept	26
4.1.	Informationsvorsorge	27
4.2.	Kommunale Flächenvorsorge	27
4.2.1.	Muldenlagen	27
4.2.2.	Multifunktionale Flächen	29
4.2.3.	Fließwege	31
4.3.	Krisenmanagement	31
4.3.1.	Verklausung von Durchlässen	32
4.3.2.	Einstau von Verkehrswegen	33
4.3.3.	Erosion von landwirtschaftlichen Flächen	34
5.	Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen	35
5.1.	Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen	35
5.2.	Siedlungsentwässerung	35
5.3.	Straßen und Wege	36
5.4.	Frei- und Grünflächen	36
5.5.	Objektschutzmaßnahmen	37
5.6.	Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)	39
6.	Zusammenfassung	39
7.	Literatur- und Quellenverzeichnis	41

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1-1: Gemeindegebiet Wickede (Quelle: https://www.tim-online.nrw.de)	2
Abb. 2-1: Szenario 1: 30-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD	7
Abb. 2-2: Szenario 2: 100-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD	8
Abb. 2-3: Szenario 3: Extremereignis 90 mm in einer Stunde als Blockregen	9
Abb. 2-4: Einstufung der Szenarien nach Starkregenindex (Schmitt)	9
Abb. 2-5: Oberflächenmodell DGM1 (rot Gemeindegrenze; schwarz-gelb Modellgrenze)	10
Abb. 2-6: Ansatz für Oberflächenrauheit als Stricklerbeiwert aufgrund der Nutzungen (ALKIS)	12
Abb. 2-7: Auszug der Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial, Fließgeschwindigkeit	17
Abb. 3-1: Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial	23
Abb. 4-1: Vorsorgemöglichkeiten Starkregenrisikomanagement	26
Abb. 4-2: Großflächige Geländemulde mit Gefahrenpotential	29
Abb. 4-3: Mögliche multifunktionale Fläche	30
Abb. 4-4: Topografische Fließwege	31
Abb. 4-5: Darstellung Rückstaubereich vor Durchlässen	33
Abb. 4-6: Darstellung Einstausituation der Verbindungsstraßen / Anfahrwege	34
Abb. 5-1: Pflanzmauern zur Lenkung von Oberflächenabfluss (Beispiel)	37
Abb. 5-2: Empfehlung für die private Eigenversorge (StEB Köln)	38

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1: Einteilung der Gebäude nach ihrem Schadenspotential	5
Tab. 2-1: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (nach Arbeitshilfe NRW)	14
Tab. 2-2: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit / Infrastruktur nach Überflutungstiefe	15
Tab. 2-3: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit / Infrastruktur nach Fließgeschwindigkeit	16
Tab. 3-1: Liste kritischer Bereiche / Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (HWRMRL 2016)	21
Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial	22
Tab. 3-3: Verteilung des Risikos in den unterschiedlichen Szenarien	24
Tab. 4-1: Kennzahlen zur Einschätzung der hydraulischen Wirksamkeit multifunktionaler Flächen	30

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Rauheit nach Landnutzung
Anlage 2: Gebäudenutzung und Schadenspotenzial
Anlage 3: Risikoeinstufung aller Gebäude je nach Szenario

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

- ALKIS: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
- DGM: Digitales Geländemodell
- EU-HWRM-RL: Europäische Hochwasserrisikomanagement- Richtlinie
- KOSTRA DWD 2010R: Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes
- LESchV: Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen nach Landeserosionsschutzverordnung (Geologischer Dienst NRW)
- MULNV: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (NRW)

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge der Förderung des Landes Nordrhein-Westfalen für die Erstellung von kommunalen Starkregenrisikomanagementkonzepten wurde für die Gemeinde Wickede ein Konzept zur Lokalisierung, Vermeidung und Minderung von Starkregenereignissen aufgestellt. Im Rahmen des Projekts wurden Starkregengefahren- und -risikokarten, sowie Karten zum Handlungskonzept erarbeitet. Alle Ergebnisse wurden im Rahmen der Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MULNV 11/2018) erstellt.

Die Gemeinde Wickede umfasst eine Fläche von rd. 25 km² mit ca. 13.000 Einwohnern. Die Gemeinde liegt im Ruhrtal am Rande des Sauerlands und wird von der Ruhr durchschnitten und geprägt. Im Gemeindegebiet gibt es Nebengewässer, welche dem Taltiefsten und somit dem Hauptgewässer der Ruhr zufließen.

Mit dem vorliegenden Bericht 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.

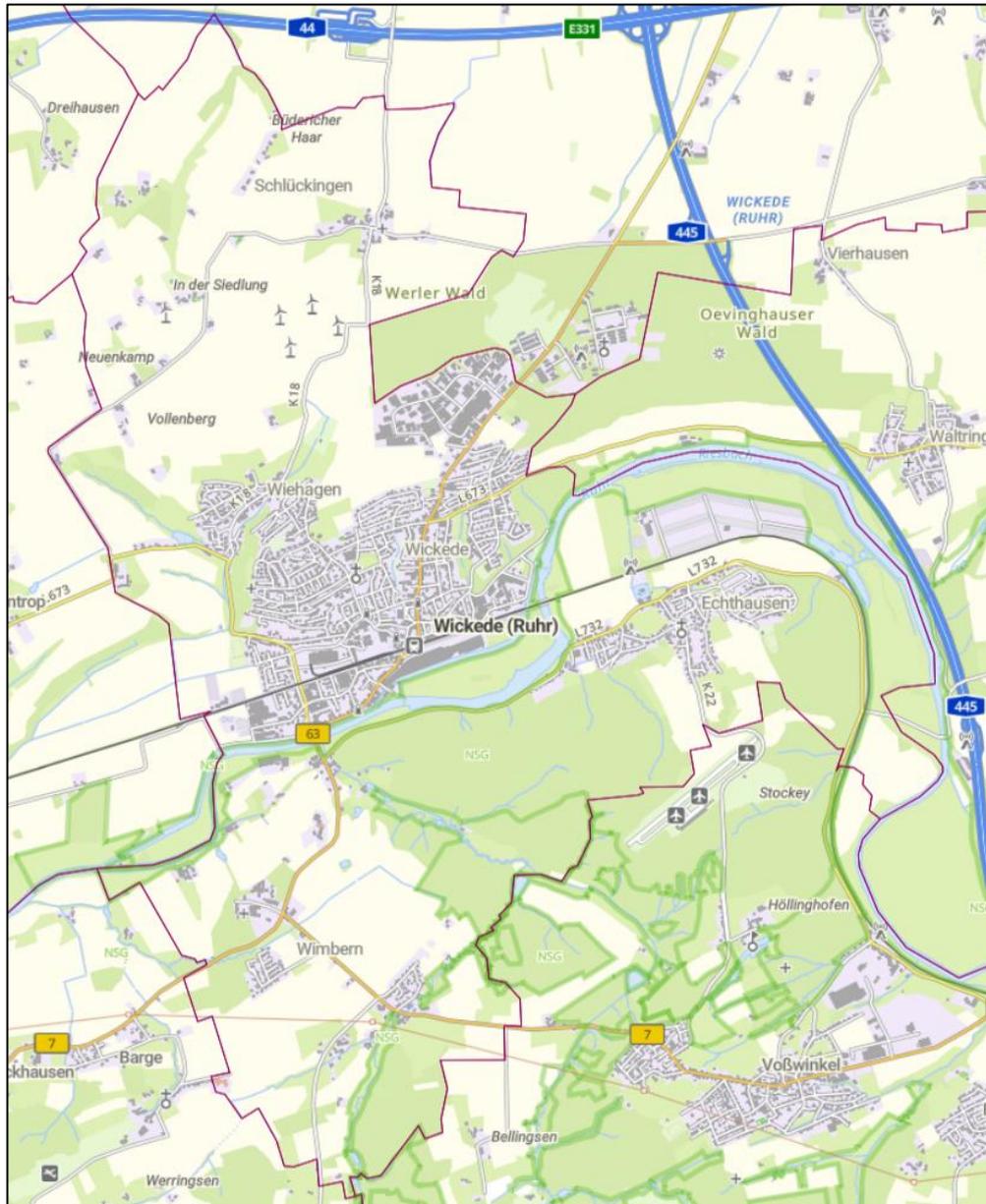


Abb. 1-1: Gemeindegebiet Wickede (Quelle: <https://www.tim-online.nrw.de>)

Das Starkregenrisikomanagement 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 bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit und Verletzbarkeit (Vulnerabilität) bzw. 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 Gemeinde Wickede abgestimmt:

1. Grundlagendaten
2. Analyse der Überflutungsgefährdung
3. Risikoanalyse
4. Objektbezogene Bewertung der Überflutungsrisiken
5. Konzeption Kommunaler Baulicher Maßnahmen

Analog zur Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MULNV 2018) wird in dem vorliegenden Bericht der Gemeinde Wickede 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 eine objektbezogene Bewertung der Überflutungsrisiken (Kapitel 4) erstellt. Weiterhin werden in dieser Studie die Möglichkeiten der kommunalen Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen untersucht (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:

- DGM
 - Laserscandaten DGM1 der Geländeoberfläche für das gesamte Gemeindegebiet
 - Gebäudedaten
 - 3D-Modell LoD1 (Klötzchenmodell)
- Gewässernetz und Durchlässe / Brücken / Verrohrungen
 - Mittelwasserabfluss der Fließgewässer (ELWAS WEB)
- HW-Gefahren / HW-Risikokarten
 - Ruhr
- WMS-Dienste
 - Luftbilder verschiedener Jahrgänge bis 2021
 - ALKIS-Daten
- Städtische Daten
 - Flächennutzung aus Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS

1.2.1. Bebauung und Infrastruktur

Der Gebäudebestand wurde über einen GIS-Server des Landes NRW bezogen. Dieser Datensatz enthält in der Summe 7.441 Objekte mit 125 verschiedenen Funktionen. Jedem Objekt wurde auf Basis der Funktion ein mögliches Schadenspotenzial (sehr gering, gering, mittel und hoch) zugewiesen. Mit einer Anzahl von 3.269 Gebäuden, stellen die Wohngebäude einen Anteil von 44 % dar.

Dabei ist jedem Gebäude exakt eine Gebäudefunktion nach dem Fachschema der ALKIS Daten zugeordnet. Die Zuordnung der Funktion und somit des Schadenspotenzials beruhen auf der Erfassung durch das Katasteramt, mögliche Nutzungsänderungen sind dabei nicht erfasst. Außerdem kann es bei der Zuordnung durch das Katasteramt zur Unschärfe bei der individuellen Bewertung kommen. Beispiel: Ob ein bestimmtes Gebäude eine ‚Fabrik‘, ein ‚Produktionsgebäude‘ oder ein ‚Betriebsgebäude‘ ist, hängt von Fall zu Fall von der Einschätzung des Katasteramtes ab.

Das Schadenspotential wird ausgedrückt durch eine Zahl zwischen 0 und 3, wobei 0 für ein sehr geringes Schadenspotential und 3 für ein hohes Schadenspotential steht. Die Bezeichnungen und Symbole aus Tab. 1-1 werden so auch in den Starkregen Gefahrenkarten verwendet.

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

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

Die Gebäude für öffentliche Zwecke wurden aus dem Gesamtdatensatz aufgrund ihrer Nutzung (Schule, Kindergarten, Rathaus etc.) extrahiert und in den Starkregengefahrenkarten mit einer gesonderten Markierung dargestellt. Es befinden sich insgesamt 106 Gebäude mit einem öffentlichen Zweck im Gemeindegebiet.

2. Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen

Die Ermittlung der Überflutungsgefährdung bei Starkregen erfolgt auf Basis einer detailliert hydronumerischen 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 o. g. Kriterien für verschiedene Szenarien des Niederschlags untersucht.

2.1. **Eingangsgrößen**

2.1.1. Niederschlag

In dieser Studie werden drei unterschiedliche Niederschläge untersucht. Die Szenarien 1, 2 und 3 werden gemäß der Arbeitshilfe angesetzt. Die Regenbelastungen der Szenarien 1 und 2 wurden als Modellregen mit einer Dauerstufe von einer Stunde und einer Nachlaufzeit von einer weiteren Stunde angesetzt. Szenario 3 betrachtet einen Blockregen von einer Stunde, mit einer Stunde Nachlaufzeit.

2.1.1.1. Zeitliche Verteilung

Bei den Szenarien mit einer KOSTRA-Regenbelastung wurden jeweils Euler II-Verteilung als zeitliche Verteilung der Intensität angesetzt. Die Euler II-Verteilung wurde gewählt, um einen kritischen Belastungszustand für das Gemeindegebiet Wickede abzubilden. Innerhalb des Modellgebietes gibt es unterschiedliche topographische Strukturen (steile Siefen und nicht ständig wasserführende Fließwege in den Hanglagen, sowie breitere Gewässer in den Tallagen mit einem wesentlich geringeren Sohlgefälle). Beide Vorfluttypen reagieren hydraulisch sehr unterschiedlich.

Von kleinen Fließwegen in Hanglagen geht besonders bei hoher Niederschlagsintensität eine Gefährdung aus. Die Summe des gefallen Niederschlags spielt hier eine untergeordnete Rolle. Je größer das Gewässer und je geringer die Sohlneigung ist, umso mehr dreht sich dieses Verhältnis um. Bei ständig wasserführenden Bächen spielt für das Abflussgeschehen zunehmend die Niederschlagssumme eine Rolle.

Diese zwei Typen von Abflusssystemen lassen sich nicht exakt voneinander abgrenzen. Innerhalb des Modells existiert eine Vielzahl an Zwischenzuständen. Die Euler II-Verteilung ist am besten geeignet, um diesem Effekt gerecht zu werden. Eine hohe Intensität am Beginn und über den gesamten Verlauf der Summe des Niederschlags bewirkt in beiden Systemen eine kritische Belastung.

Die KOSTRA Werte für Szenario 1 und 2 wurden aus dem aktuellen KOSTRA-DWD 2020 entnommen. Verglichen mit den KOSTRA-DWD2010R sind diese Werte geringer, weshalb in Abstimmung mit der Gemeinde Wickede ein Korrekturfaktor gem. KOSTRA Atlas hinzugerechnet wurde, um näherungsweise ähnliche Werte zu erhalten.

2.1.2. Szenario 1: KOSTRA-Modellregen T30 | D60

Für das Szenario 1 gibt die Arbeitshilfe als Vorgabe ein ‚Regional differenziertes, statistisches Regenereignis‘ mit der Dauer von einer Stunde und einer Jährlichkeit von 30 Jahren vor. Dazu wurde hier der KOSTRA-DWD-Modellregen gewählt. Die Gesamtniederschlagshöhe beträgt somit 39,76 mm und der Niederschlagsverlauf wird anhand der Euler II-Verteilung angesetzt.

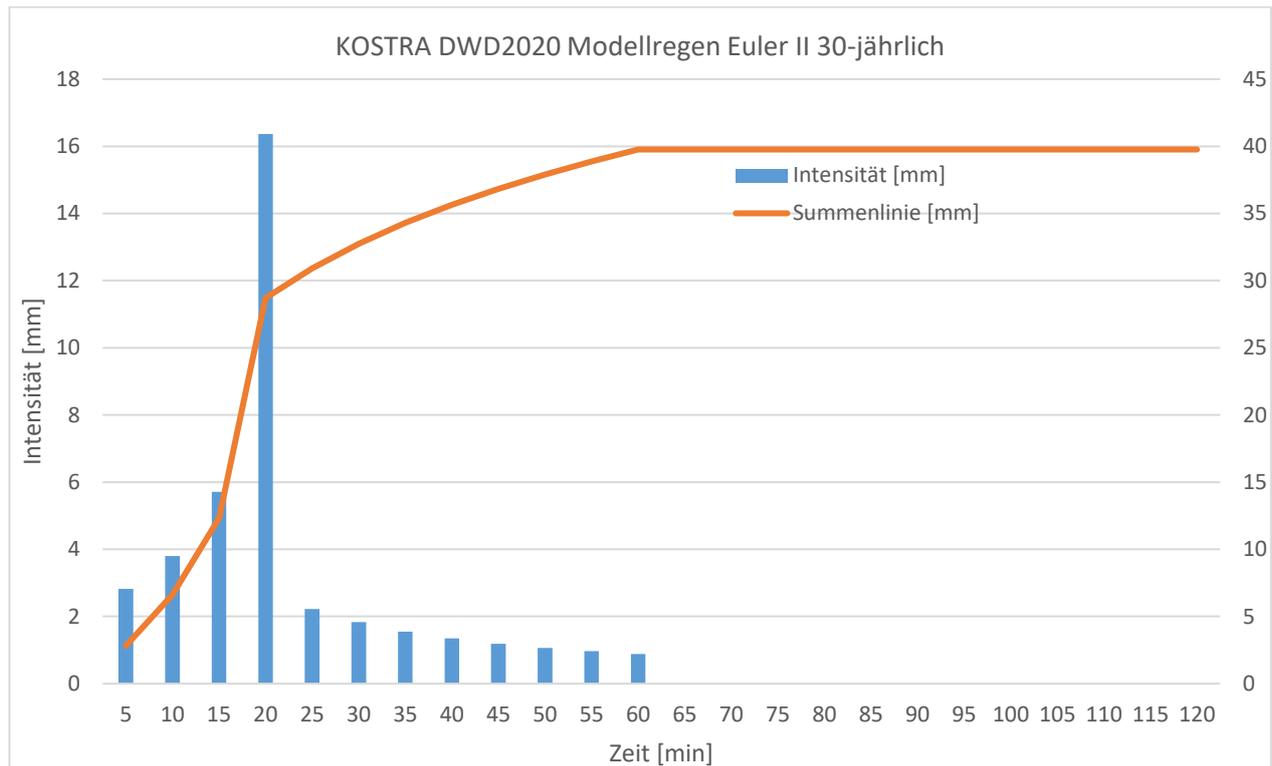


Abb. 2-1:Szenario 1: 30-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD

2.1.2.1. Szenario 2: KOSTRA-Modellregen T100 | D60

Für das Szenario 2 gibt die Arbeitshilfe als Vorgabe ein ‚Regional differenziertes, statistisches Regenereignis‘ mit der Dauer von einer Stunde und einer Jährlichkeit von 100 Jahren vor. Die Gesamtniederschlagshöhe beträgt 47,99 mm und der Niederschlagsverlauf wird ebenfalls anhand der Euler II-Verteilung angesetzt.

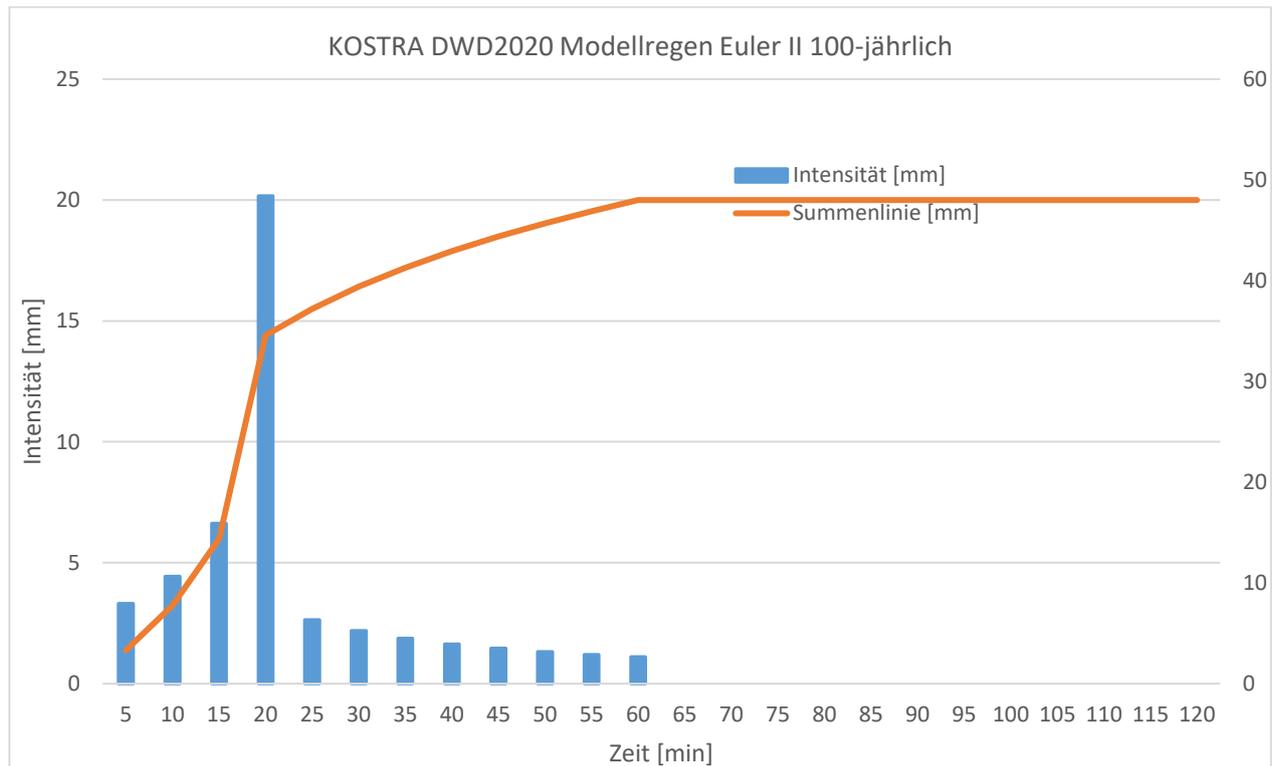


Abb. 2-2: Szenario 2: 100-jährlicher Modellregen nach KOSTRA-DWD

2.1.2.2. 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 einer Stunde 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.

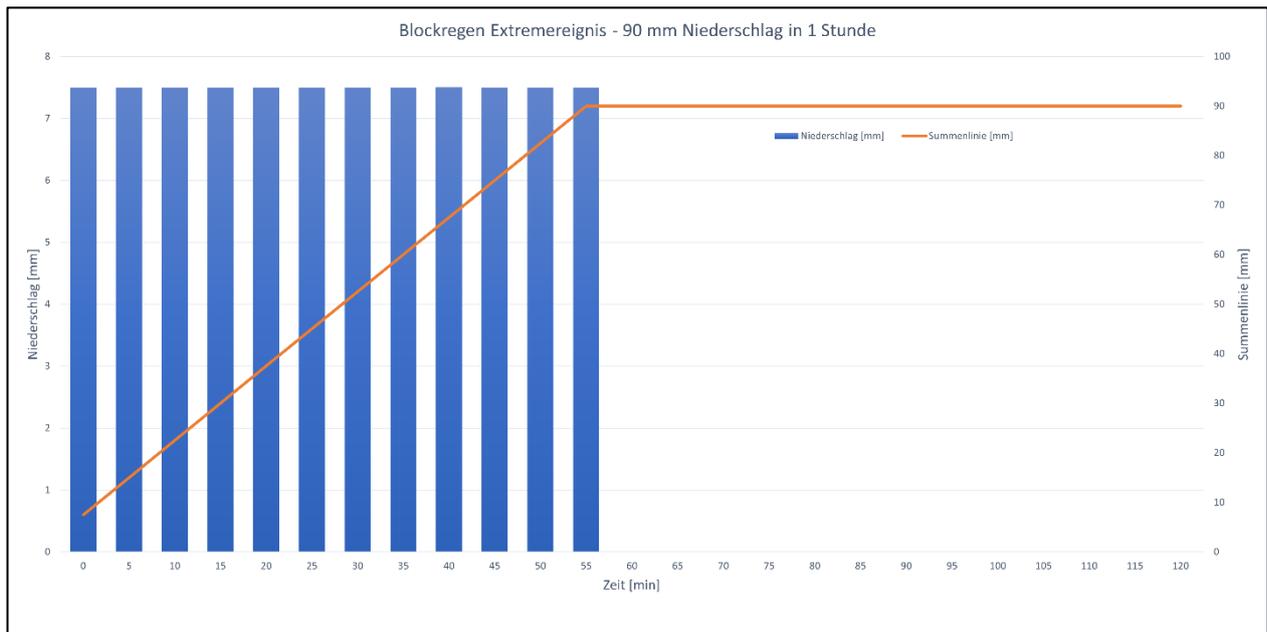


Abb. 2-3: Szenario 3: Extremereignis 90 mm in einer Stunde als Blockregen

Anhand des Starkregenindex lassen sich die Szenarien 2 und 3 gemäß Abb. 2-4 als Starkregen mit dem Index SRI 7 und 10 einordnen.

					Sz1	Sz2		Sz3				
Starkregenindex SRI [-]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kategorie	moderater Starkregen			intensiver Starkregen		außergewöhnlicher Starkregen		extremer Starkregen				
Wiederkehrzeit [Jahre]	1	2	3	5	10	20	30	50	100	> 100		

Abb. 2-4: Einstufung der Szenarien nach Starkregenindex (Schmitt)

2.1.3. Topografie

Für die Modellierung des im Starkregenfall auftretenden Oberflächenabflusses wurde eine detaillierte Abbildung der Geländeoberfläche verwendet. Für die Geländeoberfläche wurden Höheninformationen aus Befliegungsdaten ausgewertet. Zusätzlich wurden abflussrelevante Strukturen wie Durchlässe und Bauwerkskanten auf Basis von Katasterdaten und dem Kanalkataster in das Modell eingearbeitet. Das Oberflächenmodell geht über die Gemeindegrenzen hinaus, um das hydrologische Einzugsgebiet aller Nebengewässer die dem Gemeindegebiet zufließen mit abzubilden (vgl. Abb. 2-5).

Dieses modifizierte, ergänzte Modell dient sowohl als Grundlage für die Fließwege- und Muldenanalyse sowie als Oberfläche für die hydraulische Berechnung der Starkregengefährdung. Die räumliche Auflösung beträgt 1 × 1 m (**Digitales Gelände Modell 1**).



Abb. 2-5: Oberflächenmodell DGM1 (rot Gemeindegrenze; schwarz-gelb Modellgrenze)

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 strukturier-

ten Gebieten dargestellt werden. Das Untersuchungsgebiet (Gemeindegebiet Wickede + hydrologische Außengebiete) wird durch das digitale Geländemodell DGM 1 abgebildet und stellt somit eine gute Anpassung an die topographischen und hydrodynamischen Gegebenheiten des rd. 39 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 evtl. Abflusshindernisse abzubilden. Eine hydraulische Besonderheit stellen lange Gewässerverrohrungen dar. Zur realitätsnahen Abbildung wurden die Gewässerverrohrungen mit dem DGM verknüpft, um einen Ein- bzw. Austritt an Verrohrungen darzustellen. Wird die hydraulische Leistung der Verrohrung überschritten, kommt es zum Einstau der Flächen in unmittelbarer Nähe zum Einlauf der Verrohrung.

Eingangsdaten für die 2D-Modellierung sind

- die Landnutzung zur Bestimmung der Rauheitsbeiwerte (ALKIS),
- die Gebäudesituation / Gebäudeumringe (ALKIS),
- die abflussrelevanten Strukturen (Basis-DLM),
- die Regenwasserspenden für die jeweiligen Szenarien und
- die Topografie bzw. das daraus entstandene Berechnungsnetz (s. Kap. 2.1.2),
- Hochwasserschutzmauer an der Ruhr im Gemeindegebiet Wickede

2.2.1. Geländerauheit

Im hydraulischen Modell werden die Rauheiten der Geländeoberfläche für die örtlichen Verhältnisse entsprechend den vorhandenen Nutzungen grundsätzlich so angesetzt, dass realistische Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten erzielt werden. Die Rauheit geht als Stricklerbeiwert in die Berechnung des Abflusses mit ein.

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.

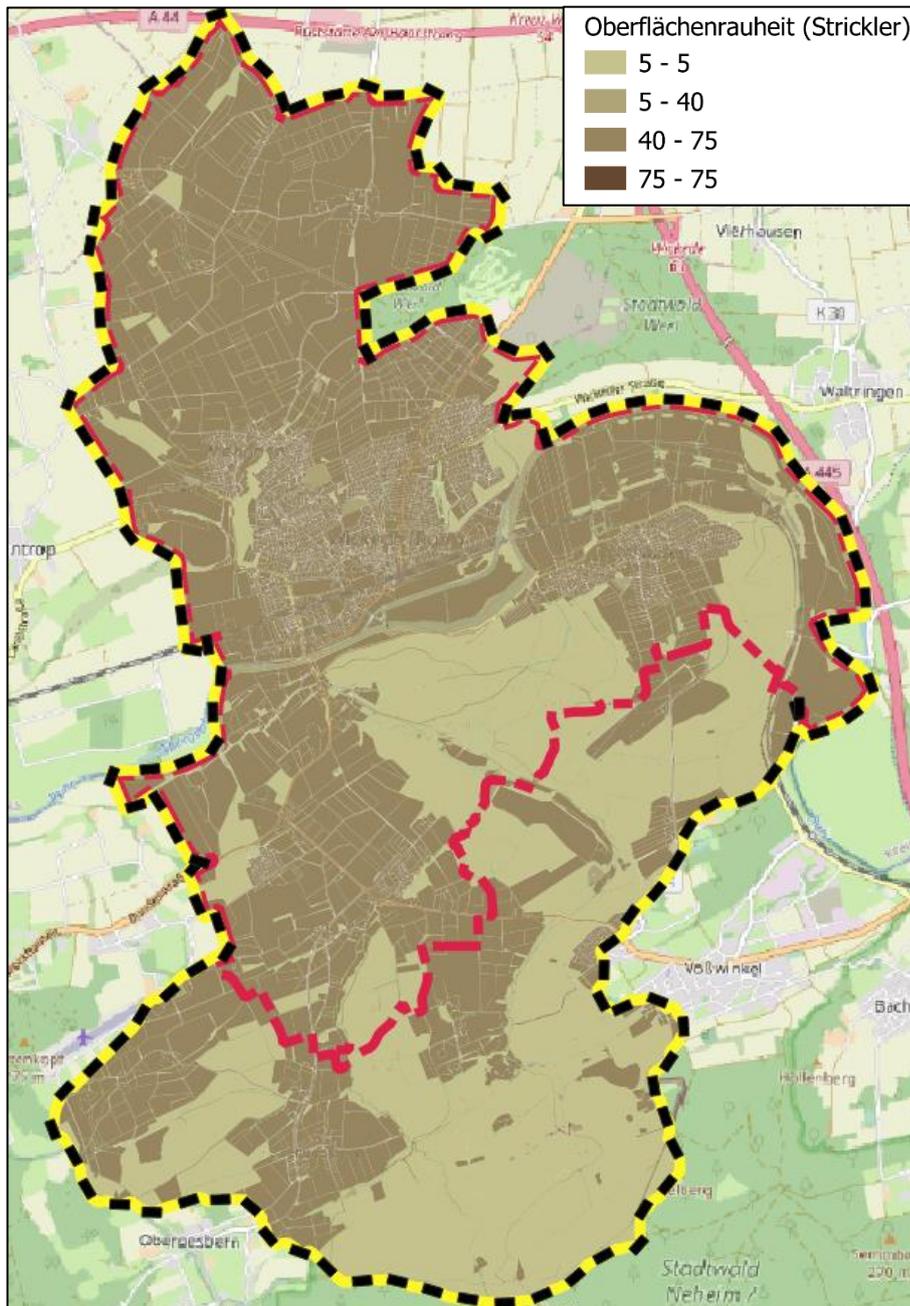


Abb. 2-6: Ansatz für Oberflächenrauheit als Stricklerbeiwert aufgrund der Nutzungen (ALKIS)

2.2.2. Gebäude

Die Bestandsgebäude wurden als Fließhindernisse in das Geländemodell integriert. Diese werden als eine Art Klötzchen auf die vorhandene Topografie aufgesetzt. Gebäudeteile unter der Geländeoberkante (GOK) wie z. B. Tiefgaragen werden dabei nicht abgebildet. Im Zuge der Modellerstellung wurden kleinräumige

Gebäudestrukturen aufgelöst und vereinfacht, damit zu kleine Dreieckselemente vermieden werden. Die eigentliche Gebäudestruktur bleibt dabei jedoch vollständig erhalten.

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-Zeitschritte 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 (objektbezogene Bewertung und Konzeption von kommunalen Maßnahmen) eine robuste Einschätzung der Wirksamkeit von baulichen Maßnahmen vorgenommen werden kann.

Auf Basis des Bestandsmodells können zukünftige bauliche Szenarien daraufhin untersucht werden, ob und wie potenzielle Schutzmaßnahmen wirken.

2.2.4. Plausibilisierung

Im Rahmen der hydraulischen Berechnungen wurden die Oberflächenabflüsse anhand der bekannten Feuerwehreinsätze der letzten Jahre im Gemeindegebiet plausibilisiert. Über das Modellgebiet verteilt wurden 44 Einsatzpunkte detailliert untersucht, es wurden gute Übereinstimmung der Berechnungsergebnisse mit in der Vergangenheit dokumentierten Starkregenereignissen festgestellt. Die Einsatzpunkte sind ebenfalls in den Gefahren- und Risikokarten dargestellt.

Seitens der Gemeinde wurden ebenfalls fünf Bereiche benannt, welche in der Vergangenheit bei stärkeren Niederschlagsereignissen betroffen waren, diese Bereiche sind ebenfalls gem. der Berechnungsergebnisse von hohen Fließgeschwindigkeiten oder Wassereinstau betroffen.

2.2.5. Ergebnisdarstellung

Die 2D-Modellierung berechnet für das Niederschlagsereignis die sich einstellende Wasserspiegellage, Fließtiefe und die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit zum jeweiligen Zeitpunkt des Abflusses. Die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen wurden mithilfe von geografischen Informationssystemen mit der Geländeoberfläche verschnitten. Anschließend wurde jedes Szenario mit den 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. Die Ergebnisse zeigen dabei die Maximalwerte, die sich während der gesamten Simulationsdauer einstellen. Der Zeitpunkt ist dabei individuell verschieden. Während sich in Mulden und Geländesenken der maximale Wasserstand aufgrund fehlender Abflussmöglichkeiten in einem längeren Zeitraum einstellt, spiegeln die Werte in Hanglagen lediglich einen kurzen Zeitpunkt dar, in dem die Abflussspitze abfließt.

Die Überflutungstiefen werden in drei Stufen 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 verzichtet.

Die Fließgeschwindigkeit ist in den Starkregengefahrenkarten ergänzend dargestellt. Dabei werden 2 Stufen verwendet. Um die Übersichtlichkeit der Karten zu verbessern, werden nur Geschwindigkeiten größer 0,2 m/s in den Karten angezeigt.

Tab. 2-1: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (nach 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 in der Tab. 2-2 dargestellt. Sie entsprechen der vorgenommenen Einfärbung der Wassertiefen von hellblau zu dunkelblau.

Tab. 2-2: 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. 2-3: 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, gezackten Rahmen hervorgehoben.

Damit liegen alle Informationen und Grundlagen für die Berechnung und Darstellung der Überflutungskarten entsprechend der Arbeitshilfe zum Starkregenrisikomanagement vor. Nachfolgend ist auszugsweise eine Lageplandarstellung der Starkregenkarte im Kernstadtbereich mit entsprechender Klassifizierung von Schadenspotenzial, Wassertiefe und Geschwindigkeit abgebildet.

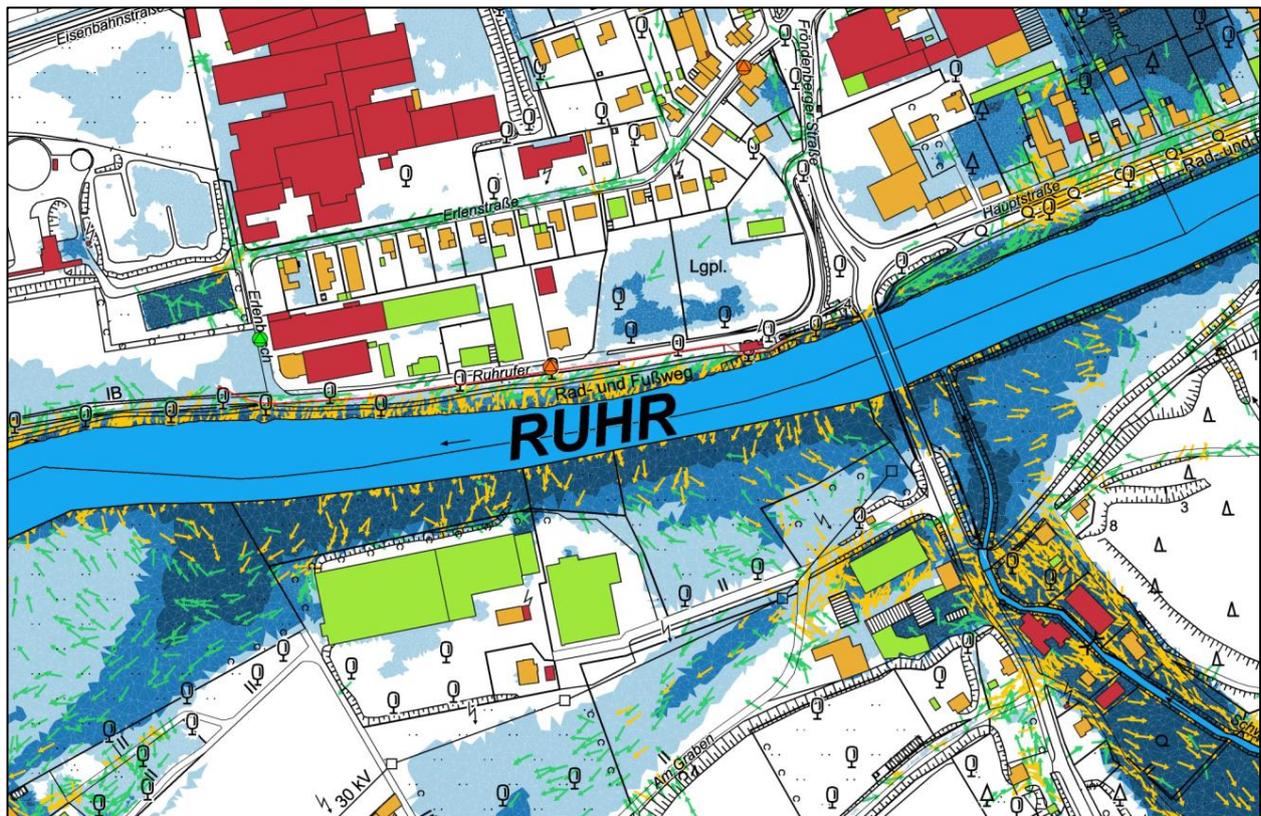


Abb. 2-7: Auszug der Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial, Fließgeschwindigkeit

3. Risikoanalyse

Das Überflutungsrisiko ergibt sich aus der Kombination der Überflutungsgefahr bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit dargestellt in den Starkregengefahrenkarten und der Verletzbarkeit (Vulnerabilität) bzw. dem Schadenspotenzial. Bei der Starkregenrisikoanalyse wird grundsätzlich zwischen der kommunalen Risikoanalyse, die vorwiegend öffentliche Objekte, kommunale 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.

3.1. Analyse der Starkregengefahrenkarte

Als erster Schritt der Risikoanalyse werden durch die Analyse der Starkregengefahrenkarten für die Szenarien 1, 2 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. Gefahr durch Erosion bzw. Gerölltransport besteht.

Darüber hinaus wurden die folgenden Kriterien geprüft:

- Der Eintritt geringer Wassermengen kann in Gebäuden hohe Sachschäden erzeugen, vor allem, 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 trockenfallen und somit schnell wieder erreichbar sind. Dieser Aspekt wurde durch die Lokalisierung von Verbindungswegen, die auch eine Stunde nach dem Ereignis noch deutlich eingestaut sind, Rechnung getragen.

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 Starkregenereignissen Gefahren für die menschliche Gesundheit bzw. erhebliche Schäden und Beeinträchtigungen erwartet werden (vgl. 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).

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 kann daher überprüft werden, ob mit der Verlegung von Bauwerken (z. B. Verrohrungen, Brücken und Durchlässen) zu rechnen ist.

Das Schadenspotenzial der Gebäude wurde aufgrund der öffentlich verfügbaren Katasterdaten (ALKIS) ermittelt. Dabei wird die Gebäudenutzung, so wie sie in den ALKIS Daten erfasst ist, der Zuordnung eines

Schadenspotenzials zugrunde gelegt. Als besonders kritische Objekte sind alle Gebäude mit einem öffentlichen Zweck in die Untersuchung eingegangen. Bei ca. 230 Arten der Nutzung, die in den ALKIS Daten unterschieden werden, sind 83 Arten der Nutzung für einen öffentlichen Zweck aufgelistet.

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 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.

Tab. 3-1: Liste kritischer Bereiche / Objekte zur Abschätzung möglicher Schäden (HWRMRL 2016)

Objekt/Bereich	Risikoapekt
<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-tern 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"> • 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 vier verschiedene Kategorien eingeordnet (0 – sehr gering wird nicht dargestellt).

Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial

Symbol in den Karten	Schadenspot. Nr.	Schadenspot. Wort	Anzahl Gebäude	Anteil [%]
	1	gering	2.766	37,2
	2	mittel	3.668	49,3
	3	hoch	364	4,9

Dabei zeigt sich, dass 4,9 % der Objekte ein hohes Schadenspotenzial aufweisen. Dies sind überwiegend Industrie- und Gewerbegebäude. Etwas weniger als die Hälfte (49,3 %) aller Objekte sind im Bereich des mittleres Schadenspotenzial (überwiegend Wohnbebauung) einzustufen.

3.3. Risikoermittlung und Risikobewertung

Um das Überflutungsrisiko eines 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.

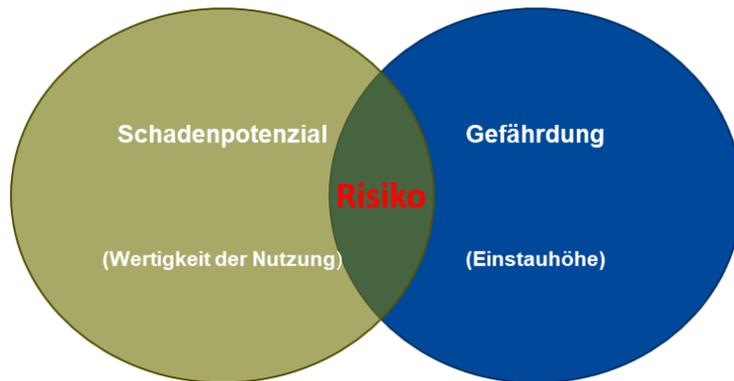


Abb. 3-1: Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial

Für die Ermittlung des Überflutungsrisikos wurde die Klassifizierung des Schadenspotenzials (Wertigkeiten der Nutzung mit 3 Klassen) und die Gefährdung der Objekte (Einstauhöhe der Gebäude mit 2 Klassen) miteinander verschnitten (vgl. Tab. 3-3). Das Ergebnis der Verschneidung ergibt ein differenziertes Bild, welcher Anteil von Objekten z. B. mit einem hohen Schadenspotenzial mehr als 1,0 m eingestaut wird.

Tab. 3-3: Verteilung des Risikos in den unterschiedlichen Szenarien

Schadenspotential	Einstauklasse [m]	Szenario 1 (30-jährlich)	Szenario 2 (100-jährlich)	Szenario 3 (90 mm Blockregen)
1 gering	< 0,1	1467	1.334	1.336
	0,1 - 0,5	1163	1.270	1.225
	0,5 - 1,0	119	134	165
	> 1,0	17	28	40
2 mittel	< 0,1	1628	1.457	1.473
	0,1 - 0,5	1820	1.946	1.880
	0,5 - 1,0	187	220	246
	> 1,0	33	45	69
3 hoch	< 0,1	147	128	119
	0,1 - 0,5	178	172	166
	0,5 - 1,0	24	37	30
	> 1,0	13	25	47

Die Tabelle zeigt, dass der Großteil der Objekte weniger als 0,5 m eingestaut ist.

3.3.1. Kriterien für die Bewertung

Die Bewertungskriterien für das Risiko umfassen unterschiedliche Punkte:

- Wo ist das Überflutungsrisiko am höchsten (höchste Überflutungsgefahr und / oder höchstes Schadenspotential)? 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 Starkregengefahrenkarten eingezeichneten kritischen Objekte, Bereiche und Infrastruktureinrichtungen im Sinne einer Ersteinschätzung vorgenommen und entsprechend den 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" (Anlage 3), für die von Überflutungen besonders betroffenen Risikoobjekte erstellt. Die Dokumentation der 106 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 (s. 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 Szenarien bezogenen 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 darauffolgenden 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.

4. Handlungskonzept

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

Dieser Prozess ist eine kommunale Gemeinschaftsaufgabe und wird zentral von der Gemeinde 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 und geeignete Maßnahmen auf Grundlage des Handlungskonzepts ableiten zu können. Die Vorsorgemöglichkeiten zum Starkregenrisikomanagement setzen sich dabei aus unterschiedlichen Bausteinen zusammen (Abb. 4-1). Dabei sind mögliche Zielkonflikte zwischen Starkregenrisikovorvorge und anderen kommunalen Themenfeldern wie z. B. Straßenplanung und Stadtplanung im Rahmen von Workshops aufzuzeigen.



Abb. 4-1: Vorsorgemöglichkeiten 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 sukzessive erfolgen.

4.1. Informationsvorsorge

Zur Information der städtischen Entscheidungsträger wurde das Projekt am 05.09.2023 dem Ausschuss für Planen, Bauen und Umwelt in Wickede vorgestellt. Die Information der politischen Gremien über den Abschluss des ingenieurtechnischen Teils des Projekts erfolgt Ende Juni 2024. Weitere Akteure (Versorger, freiwillige Feuerwehr, Ordnungsamt) wurden im Rahmen eines Beteiligungsverfahrens, bei dem die vollständigen Projektunterlagen zur Verfügung gestellt worden sind, im Frühjahr 2024 eingebunden. Zusätzliche Arbeitssitzungen von Feuerwehr, Ordnungsamt und dem projektleitenden Planungsamt sind vorgesehen. Die Starkregengefahrenkarten werden voraussichtlich im 3. Quartal auf der Internetseite der Gemeinde der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig werden Hinweise über bauliche Möglichkeiten zur Selbstvorsorge bzw. Risikominimierung veröffentlicht.

4.2. Kommunale Flächenvorsorge

Die in diesem Konzept angesprochene kommunale Flächenvorsorge dient gezielten 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. Die Analyse und Bewertung erfolgen anhand der nachfolgend genannten Aspekte:

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

4.2.1. Muldenlagen

Anhand der topografischen Analyse von Muldenlagen konnten vier zentrale Kategorien (von gefährdetem Bereich bis hin zu potenziellem Retentionsstandort) in der Fläche ermittelt werden. Muldenlagen bedürfen bei Umbau- oder Neubaumaßnahmen im Gemeindegebiet einer dringenden Beachtung, da durch eine fehlende Vorflut teilweise erhebliche Einstautiefen auftreten können.

Durch die Analyse der Fließwege ergeben sich 443 Mulden mit Abfluss und 105 abflusslose Mulden. Durch die Lage der Mulden abseits oder direkt angrenzender Bebauung ergibt sich das potenzielle Gefährdungspotenzial. 408 Geländemulden liegen abseits von Bebauungen. 140 Geländemulden grenzen an Bebauungen.

Dabei wurden Geländemulden nach den folgenden Kriterien unterschieden:



Kategorie 1: Abflusslose Mulden und angrenzender Bebauung



Kategorie 2: Abflusslose Mulden ohne angrenzende Bebauung



Kategorie 3: Mulden mit Abfluss und angrenzender Bebauung



Kategorie 4: Mulden mit Abfluss ohne angrenzende Bebauung

Kategorie 1: Sofern sich eine abflusslose Geländemulde, die sich bei Starkregen naturgemäß füllt, in unmittelbarer Nähe zur angrenzenden 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 vor Einstau geschützt werden (kleiner Fließweg bedeutet, kleiner Notwasserweg ist vorhanden).

Kategorien 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.

Die Lage einer großflächigen Mulde mit angrenzender Bebauung ist in Abb. 4-2 beispielhaft dargestellt. Die Mulde befindet sich im Bereich der „Gartenstraße“ und grenzt direkt an die Bebauung an. Es sind oberflächige Fließwege mit einem Einzugsgebiet von über >25 ha von Norden und Osten her erkennbar, die dem Gebiet zufließen und sich in der Geländemulde sammeln.

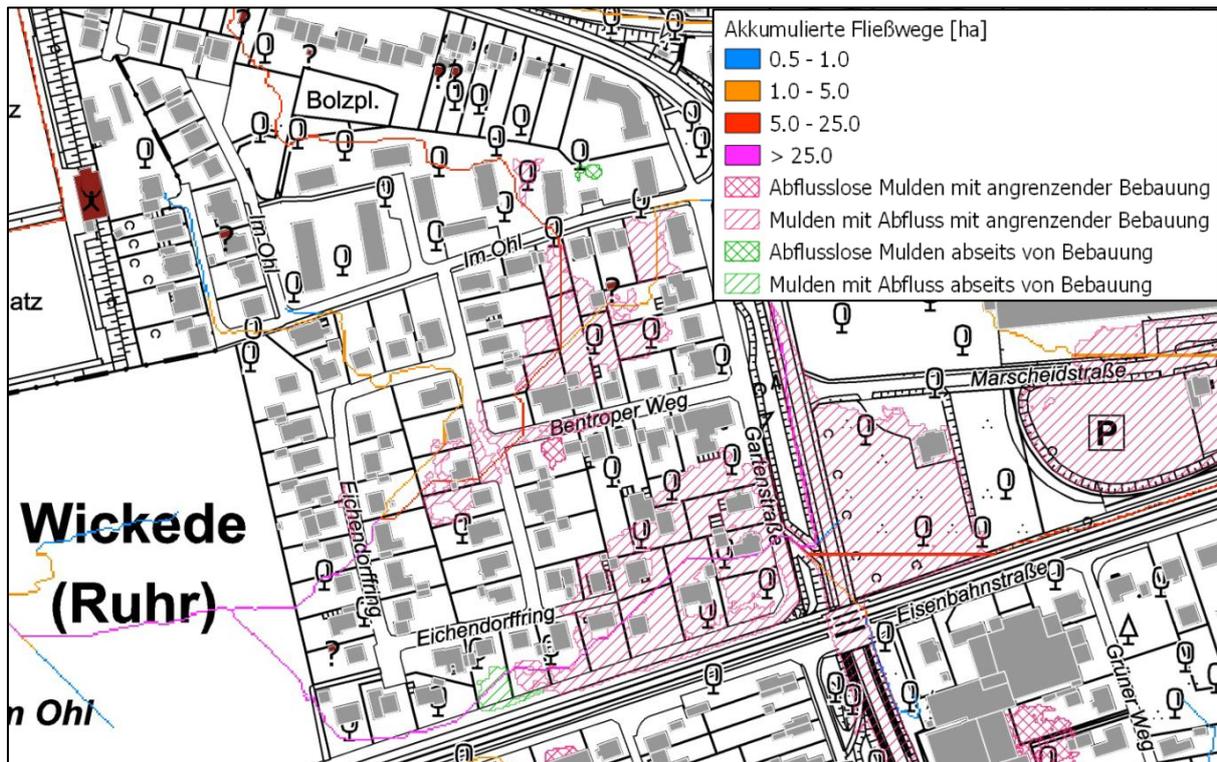


Abb. 4-2: Großflächige Geländemulde mit Gefahrenpotential

4.2.2. Multifunktionale Flächen

Neben der Betrachtung der Muldenlagen wurden potenzielle multifunktionelle Flächen ermittelt. Dazu wurden auf Basis der städtischen Nutzungen mit Grünflächen, Grünanlage, Parks und Spiel- und Bolzplätze geeignete Standorte im Gemeindegebiet ausgewählt. Nach der Vorauswahl der städtischen Flächen wurden diese in einem nächsten Schritt hinsichtlich ihrer Eignung als Retentionsraum für Starkregenabflüsse gesondert bewertet.

Zur Beurteilung und Einstufung der hydraulischen Flächeneignung sind zwei maßgebende Kriterien einzu beziehen. Dies betrifft die Größe der Fläche bzw. des Flurstücks, sowie die Zuflussmenge aus dem Oberflächenabfluss. Je größer die Fläche in Relation zur Zuflussmenge bzw. zum Zufluss liefernden Einzugsgebiet ist, umso wirksamer kann sie zur Überflutungsvorsorge beitragen. Eine erste grobe Einschätzung kann über das Verhältnis der Einzugsgebietsfläche A_{EO} zur Retentionsgrundfläche A_{MUR} erfolgen. Die Einzugsgebietsfläche wird über eine Fließweganalyse bestimmt, wobei ein Abstand von 5 m zu den potenziell multifunktionalen Flächen in der Analyse berücksichtigt wird.

Zur Abschätzung der „hydraulischen Wirksamkeit“ bzw. der Kapazität einer Fläche, Wasser temporär schadfrei zurückzuhalten, wurden die in [4] 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
Hydraulische Effektivität	hoch	mittel	gering

Eine mögliche multifunktionale Fläche zeigt sich in der folgenden Abbildung. Die Grünfläche süd-westlich des Heilig-Geist-Klosters ist zurzeit nicht bebaut und würde sich gem. oben aufgeführter Kriterien als multifunktionale Fläche eignen.

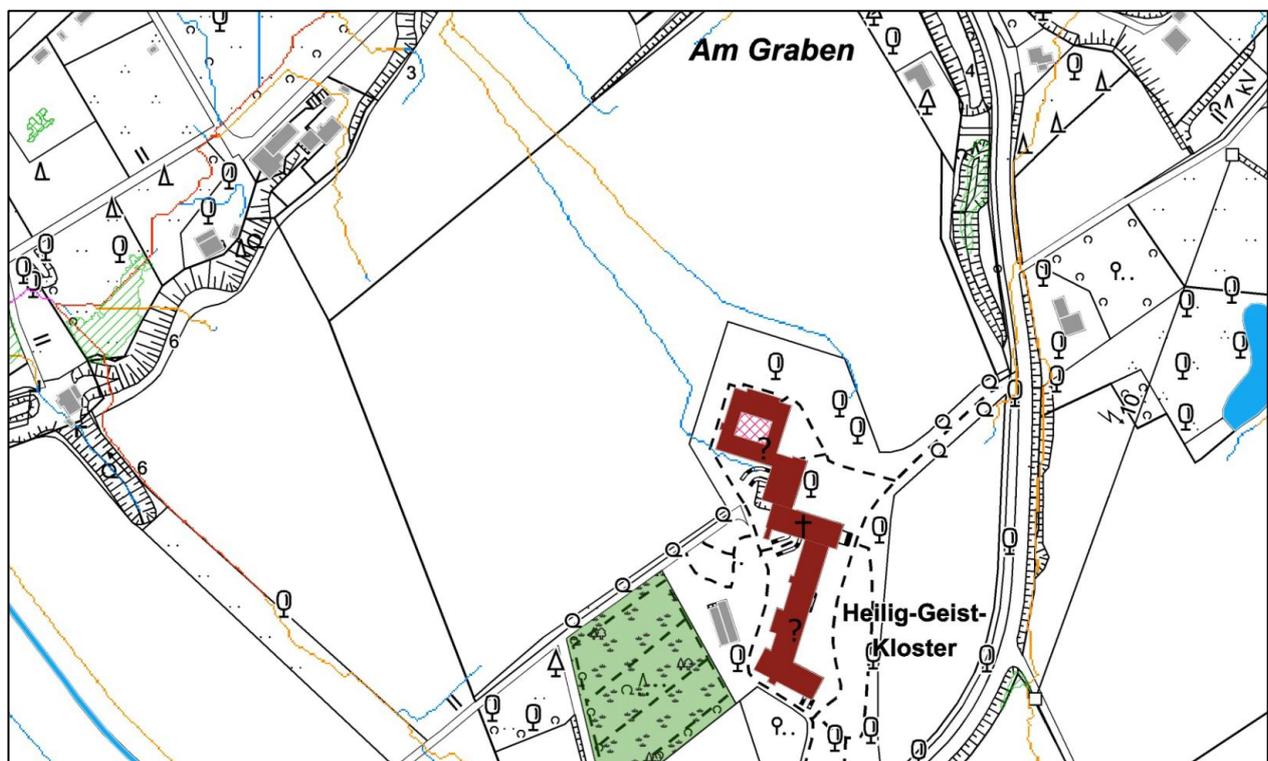


Abb. 4-3: Mögliche multifunktionale Fläche

Die Ausweisung von potenziellen multifunktionalen Flächen wurde für Flächen mit mittlerer bis hoher Effektivität ($A_{EO}/A_{MUR} < 60$) vorgenommen. Dabei ergaben sich im Gemeindegebiet 5 potenzielle Standorte für multifunktionale Flächen, die in dem Kartensatz „Handlungskonzept Flächenvorsorge“ dargestellt sind. In weiteren Stufen sind diese Flächen auf ihre tatsächliche Flächenverfügbarkeit und technische Umsetzbarkeit gesondert zu prüfen.

4.2.3. Fließwege

Über eine statische topografische Fließwegeanalyse wurden auf Basis des DGM1 Fließwege als akkumuliertes Einzugsgebiet ermittelt. Die Ergebnisse sind belastungsunabhängig, beinhalten demnach keine Niederschlagskomponente, zeigen allerdings die zu erwartenden oberflächigen Abflusswege und ermöglichen über das zugehörige Einzugsgebiet eine zügige Einschätzung der zu erwartenden Wassermengen. Die Ergebnisse können insbesondere in der Bauleitplanung und Straßenplanung verwendet werden. Für die Lage von geplanten Baugebieten lässt sich ermitteln, ob durch diese Starkregenabflüsse entlang eines Fließweges zu erwarten sind, was in der Folge planerisch berücksichtigt werden kann. Im Rahmen von geplanten Straßenbaumaßnahmen kann im Bedarfsfall ein starkregenangepasstes Straßenprofil verwendet werden. Ein Ausschnitt ist in der folgenden Abbildung zu sehen.

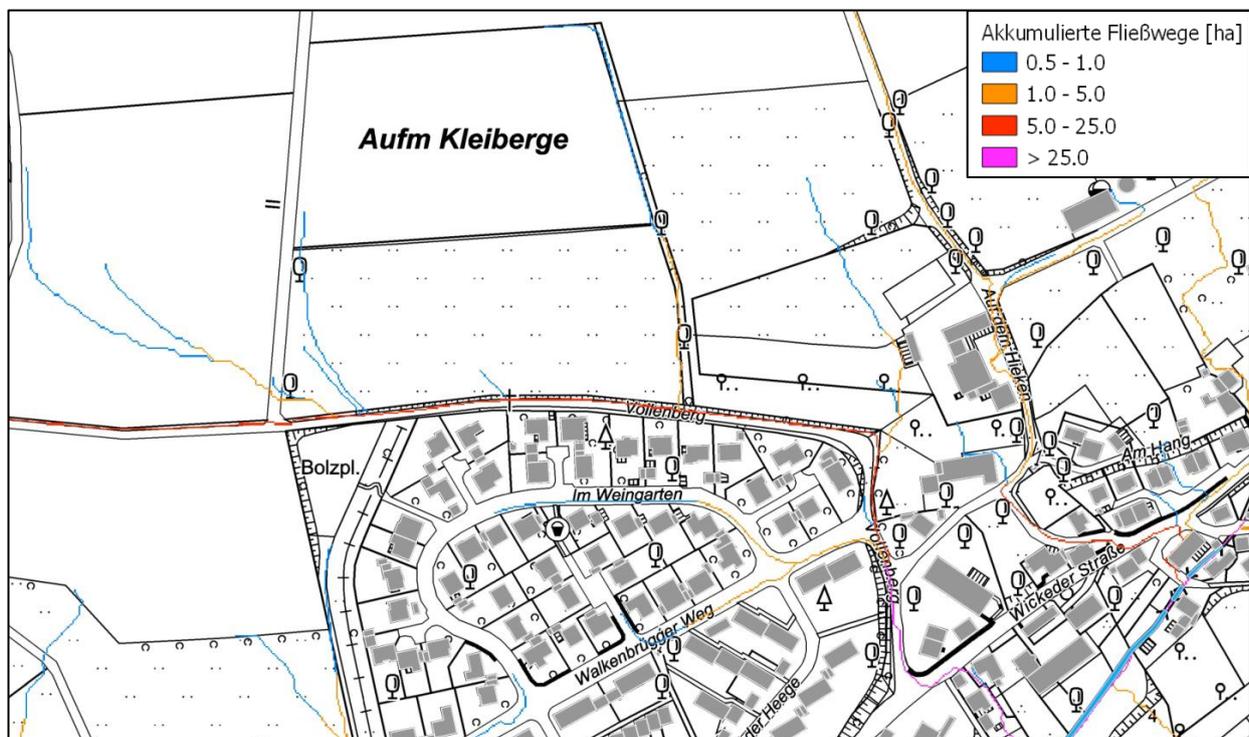


Abb. 4-4: Topografische Fließwege

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. Hierzu gehören die Themen Vorsorge, Vorbereitung, Bewältigung und Nachbereitung.

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

4.3.1. Verklausung von Durchlässen

Dabei ist neben den gesicherten Meldewegen und definierten Warnschwellen eine Liste der im Vorfeld bekannten neuralgischen Hotspots sinnvoll. Zur Ermittlung dieser Hotspots wurden neben den Mulden und gefährdeten Objekten 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 unmittelbare Gefährdung abgeschätzt. Hierbei wurden zwei Klassen unterschieden:



Kategorie 1: Stauvolumen abseits von Bebauung



Kategorie 2: Stauvolumen mit angrenzender Bebauung

Kategorie 1: Stauvolumen 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 Eignung des Standortes ist dabei eingehend jenseits von rein wasserwirtschaftlichen Aspekten (wie z. B. Standsicherheitsuntersuchungen) zu prüfen, da ein verlegter Durchlass bei erhöhtem Wasserstand ein erhebliches Risiko bzgl. eines möglichen Dammbrochs birgt. 238 Durchlässe dieser Kategorie konnten im Gemeindegebiet identifiziert werden.

Kategorie 2: Stauvolumen vor dem Durchlass mit angrenzender Bebauung signalisiert ein erhöhtes unmittelbares Gefährdungspotenzial bei Verklausung des Durchlasses. Hier ist zu prüfen, ob die Freihaltung des Durchlasses durch Rechenanlagen oder turnusmäßige betriebliche Wartung dauerhaft sichergestellt werden kann. Im gesamten Gemeindegebiet konnten 23 Durchlässe in diese Kategorie eingestuft werden.

Die Lage der Durchlässe mit großem Stauvolumen ist in den Fachkarten Nr. 5 dargestellt. Abb. 4-5 zeigt beispielhaft zwei Ausschnitte aus den Fachkarten.



Abb. 4-5: Darstellung Rückstaubereich vor Durchlässen

4.3.2. Einstau von Verkehrswegen

Für den schnellen und zielgerichteten Einsatz von Hilfskräften (THW, Feuerwehr etc.) ist die Anfahrbarkeit der Einsatzpunkte im Einsatzfall von großer Bedeutung. Um die möglichen Behinderungen an Straßentiefpunkten / Unterführungen zu lokalisieren, wurden die Einstautiefen der Hauptverbindungswege (Straße, Verkehrsflächen, Wege, Parkplätze) während und nach dem Starkregenereignis ausgewertet. Als noch durchfahrbare Watttiefe für Einsatzfahrzeuge wurde als Schwellenwert eine Tiefe von 0,5 m gewählt (für PKW gilt im Allgemeinen ein Schwellenwert von 0,3 m). Neben der Erreichbarkeit für Einsatzfahrzeuge ermöglichen die Fachkarten eine Beurteilung, welche Abschnitte im Starkregenfall für den öffentlichen Verkehr gesperrt werden sollten.

Fällt der Einstau nach dem Ereignis wieder unter einen Wert von 50 cm, kann von einem temporären Einstau ausgegangen werden. Bleibt der Einstau von über 50 cm auch nach dem Ende des simulierten Ereignisses bestehen, ist von einem dauerhaften Einstau auszugehen. Die ermittelten Einstaupunkte an den Verbindungsstrecken sind in dem Kartensatz „Handlungskonzept Krisenmanagement“ dargestellt und dienen den Hilfskräften zur Orientierung im Einsatzfall. Die Analyse wurde für den Lastfall Szenario 3 (90 mm Blockregen) durchgeführt.

Eine beispielhafte Darstellung der Anfahrwege bei Einsatz ist nachfolgend abgebildet.

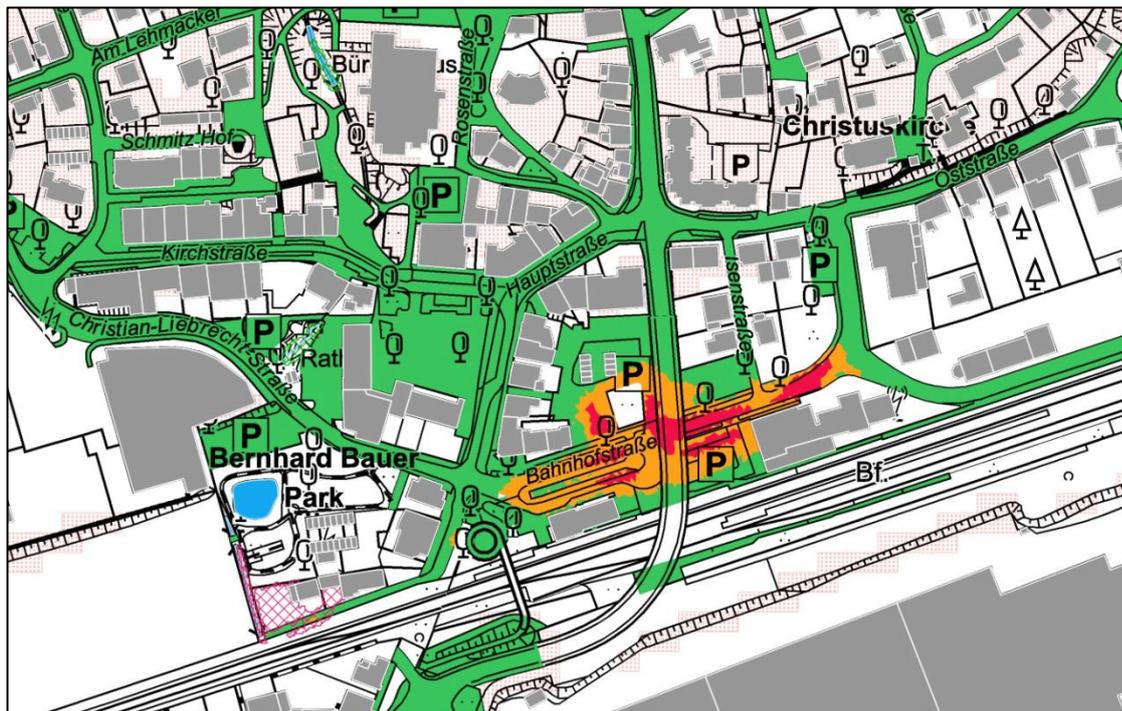


Abb. 4-6: Darstellung Einstausituation der Verbindungsstraßen / Anfahrwege

Der Kartenausschnitt zeigt die Bahnhofstraße im Bereich der Kreuzung Hauptstraße. Im Starkregenfall wird der Kreuzungsbereich mit Wasser geflutet und sind auch für Einsatzfahrzeuge dauerhaft nicht passierbar.

4.3.3. Erosion von landwirtschaftlichen Flächen

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

Die Analyse nach der LESchV beinhaltet keinen Faktor zur Bewuchssituation. Starker Bewuchs kann die tatsächliche Erosionsgefahr auf landwirtschaftlichen Flächen verringern. Dabei spielen die Untersaat und die Ausrichtung der Ackerfurchen eine maßgebliche Rolle. Allerdings kann der Einfluss von Bewuchs jahreszeitlich sehr stark schwanken. Zum einen spielt die Vegetationsperiode eine Rolle auf die Schutzwirkung des Oberbodens. Zum anderen kann sich die Bewuchssituation auf einer Fläche sehr kurzfristig ändern, z. B. durch Ernte auf Agrarflächen, Holzeinschlag oder Sturmschäden auf Forstflächen.

5. Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen

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

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

5.1. Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen

Die Gemeinde Wickede verfügt über einen Hauptvorfluter (Ruhr). Daraus ergibt sich ein charakteristisches Ablaufgeschehen bei Starkregen geprägt von einer zur Vorflut gerichteten Neigung.

Im Gemeindegebiet ergibt sich daher eine besondere Situation. Starkregenabflüsse können auf überregio-nale Hochwassersituationen treffen und führen im Ernstfall zu einer deutlich größeren Ausdehnung des Wassers als in den Starkregenkarten dargestellt, da hier nur ein mittlerer Abfluss der Hauptvorfluter ange-nommen wurde.

5.2. Siedlungsentwässerung

Bauliche Maßnahmen, die den Zufluss ins Kanalnetz entlasten sollen, zielen auf die Verringerung des Ver-siegelungsgrades bzw. der Abflusswirksamkeit von Siedlungsflächen. Dazu gehören vor allem wasser-durchlässige Flächenbefestigungen zur Regenwasserversickerung oder Dachbegrünungen. Der dezentrale Regenwasserrückhalt auf Grundstücken in Mulden, Zisternen und Rigolen kann bei entsprechender Ausle-gung der Speichervolumina für das Starkregenszenario 1 ebenfalls wirksam sein. Da diese dezentralen Maßnahmen einzeln eine nur geringe Wirksamkeit haben, müssen sie großflächig umgesetzt werden, um auch bei Starkregenereignissen wirksam zu sein. Weiterhin sind der Effekt dieser Maßnahmen mit zuneh-menden Niederschlagshöhen und bietet keinen absoluten Schutz bei extremen Starkregenereignissen.

5.3. 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 in der Regel durch die Gehweg-Hinterkante definiert. Die niedrigste Gehweg-Hinterkante 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 Beibehaltung der Gehweg-Hinterkante kann das Speichervolumen entsprechend erhöht werden.

5.4. 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 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 aufgrund der Mehrfachnutzung 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. Es kann daher sinnvoll sein, den Betrieb dieser Flächen durch das Gesundheitsamt zu begleiten. Die möglichen Auswirkungen auf Vegetation und Ökosysteme sind hierbei zu berücksichtigen.

5.5. Objektschutzmaßnahmen

Für bauliche Objekte stellt vor allem das schnelle Volllaufen von Mulden oder Gebäudeuntergeschossen (Keller, Tiefgaragen) eine Hauptgefahr dar. Erstes Ziel beim Objektschutz sollte daher sein, das Wasser von Gebäuden und wichtigen Infrastrukturobjekten fernzuhalten. Hier muss untersucht werden, welche baulichen Maßnahmen (Verwallungen, Erddämme, Geländemodellierungen, Schutzmauern) realisierbar sind.



Abb. 5-1: Pflanzmauern zur Lenkung von Oberflächenabfluss (Beispiel)

Weitergehenden Maßnahmen sind im Rahmen des baulichen Objektschutzes individuell zu ergreifen. Für die Bewohner der privaten Wohnbebauung gilt die Empfehlung zur Eigenvorsorge. Auch hier gilt als oberstes Ziel das Wasser vom Gebäude fernzuhalten. Hier sind im Besonderen die muldenlagigen Grundstücke im Gemeindegebiet betroffen. Die nachfolgende Abbildung zeigt dafür Möglichkeiten schematisch auf. Für den expliziten Objektschutz sind neben Rückstauklappen vor allem die hochwasserangepasste Ausführung der Gebäudeöffnungen wichtig.

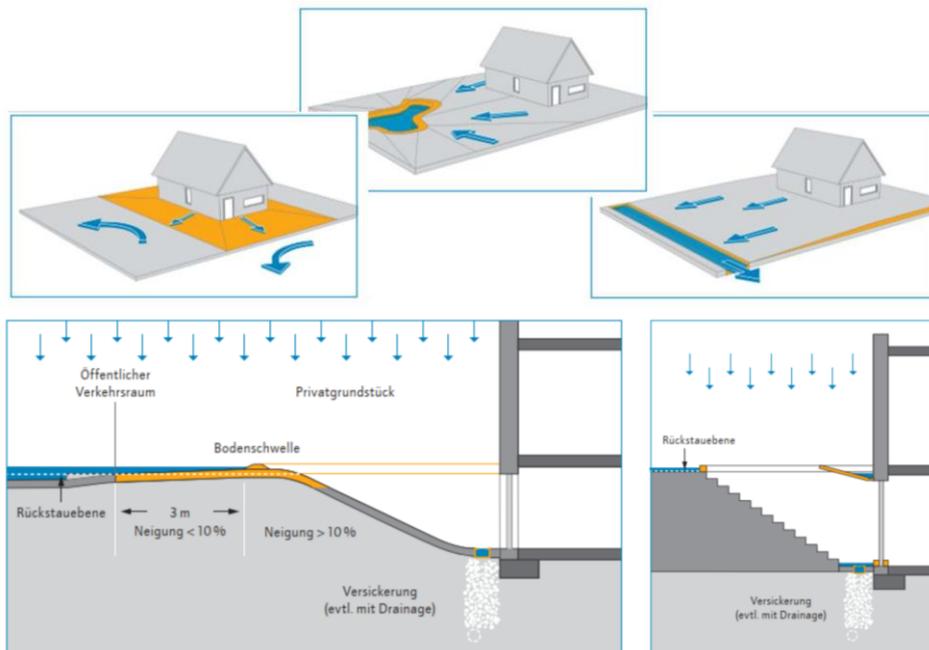


Abb. 5-2: Empfehlung für die private Eigenversorgung (StEB Köln)

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 ausführbar sind, versagen oder ihre Bemessungsgrenzen überschritten werden, muss hier als drittes Ziel versucht werden, den evtl. Schaden bei Wassereintritt zu minimieren bzw. die Evakuierung der Bewohner sicherzustellen. Hierbei sollte Folgendes 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?
- Wie kann eine sichere Evakuierung (Zuwegung zum Gebäude) sichergestellt werden?
- Wo gibt es Möglichkeiten Menschen in Sammelunterkünften (Sporthallen etc.) temporär unterzubringen?

5.6. 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 vermindert 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. Retentionsfördernde Maßnahmen bieten außerdem auch Vorteile in Bezug auf andere naturschutzfachlich relevante Zielsetzungen, wie z. B. Erosionsschutz, Gewässerschutz oder Arten- und Biotopschutz.

6. Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Bericht 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.

Dabei wurden die folgenden Bausteine der Förderrichtlinie sukzessiv bearbeitet und mit der Gemeinde Wickede 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 Starkregenrisikomanagement

Die Starkregenkarten zeigen die Überflutungsausdehnung anhand der Kenndaten

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

Damit wurde die Überflutungsgefährdung für alle Gebäude anhand von drei Lastfällen 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.

Die Starkregenvorsorge kann nicht allein durch die öffentliche Hand gewährleistet werden. Jeder Bürger sollte sich sein Grundstück kritisch anschauen und sich ggf. zum Objektschutz von Fachleuten beraten lassen. Hierbei sind unter anderem die Kriterien, Rückstauschutz aus dem Kanalnetz, Oberflächenwasser oberhalb liegender Flächen, Grundwasser usw. mit einzubeziehen. Zur Informationsvorsorge kann optional eine Veröffentlichung der Karten als WEB-GIS Anwendung erfolgen.

Zur Ableitung von möglichen Maßnahmen zur Flächenvorsorge wurden Muldenlagen im Hinblick auf die Gefährdung angrenzender Bebauung lokalisiert.

Weitergehende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch Starkregen sind konzeptionell und gesamtanschaulich innerhalb der Kommune mit allen Akteuren zu planen und zu koordinieren.

7. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Schmitt, T. G.: Starkregenindex zur Kommunikation von Überflutungsursachen und Risiken, KA – Korrespondenz Abwasser 2014, 61 (8), 681–687
- [2] Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge – DWA T1/2013
- [3] Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement – HWRM Planung in NRW (MUNLV 11/2018)
- [4] Multifunktionale Retentionsflächen Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb

Anlage 1

Rauheit nach Landnutzung

Flächennutzung	Rauheit k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Ackerland	36
Altwasser	33
Bach	33
Bahnverkehr	45
Bank, Kredit	72
Baumschule	36
Beherbergung	40
Betrieb	72
Betriebsfläche Entsorgungsfläche	40
Betriebsfläche Entsorgungsfläche, Elektrizität	75
Betriebsfläche Entsorgungsfläche, Gas	40
Betriebsfläche Entsorgungsfläche, Wasser	40
Bildung und Forschung	72
Brachland	36
Campingplatz	20
Fahrweg	75
Fluss	40
Freizeitanlage	50
Friedhof (ohne Gebäude)	36
Funk- und Fernmeldeanlage	72
Fußweg	75
Gang	36
Garten	20
Gartenland	36
Gärtnerei	72
Gebäude- u. Freifläche Erholung, Bad	72
Gebäude- u. Freifläche Erholung, Freizeit und Erholung	20
Gebäude- u. Freifläche Erholung, Sport	72
Gebäude- und Freifläche Entsorgungsanlage, Abfallbeseitigung	72
Gebäude- und Freifläche Friedhof	36
Gebäude- und Freifläche Industrie und Gewerbe	72
Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage	72
Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage, Elektrizität	72
Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage, Funk- und Fernmeldewesen	72
Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage, Gas	40
Gebäude- und Freifläche Versorgungsanlage, Wasser	72
Gebäude- und Freiflächen Land- und Forstwirtschaft	72
Gebäude- und Freiflächen zu Verkehrsanlagen, Straße	75
Gebäude- und Freiflächen, Mischnutzung mit Wohnen	72
Gehölz	5
Gesundheit, Kur	72
Gewässerbegleitfläche	33
Gewerbe und Industrie mit Wohnen	75
Golfplatz	20
Graben	33
Grünanlage	20
Grünfläche	20
Grünland	36
Handel	72
Handel und Dienstleistung	75
Handel und Dienstleistungen mit Wohnen	72
Handwerk	75
Hauptwirtschaftsweg	75
Historische Anlage	72
Historischer Friedhof	36
Hundeübungsplatz	20
Industrie und Gewerbe	75
Kanal	33
Kläranlage, Klärwerk	40

Flächennutzung	Rauheit k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Kleingarten	20
Kultur	72
Lagerplatz	75
Landwirtschaftliche Betriebsfläche	72
Laub- und Nadelholz	14
Laubholz	14
Nadelholz	14
öffentlich mit Wohnen	72
öffentliche Zwecke	72
Park	20
Parken	75
Parkplatz	75
Produktion	75
Rad- und Fußweg	75
Reitplatz	20
Religiöse Einrichtung	72
Restauration	72
Schießanlage	20
Schlossanlage	18
Schwimmbad, Freibad	20
See	33
Sicherheit und Ordnung	72
Sonstiges	75
Soziales	72
Spargel	36
Speicherbecken	33
Spielplatz, Bolzplatz	20
Sportplatz	20
Straßenentwässerungsanlage	75
Straßenverkehr	75
Streuobstwiese	36
Sumpf	36
Tagebau, Grube, Steinbruch	25
Tankstelle	72
Teich	33
Tennisplatz	20
Transport	40
Verkehrsbegleitfläche Straße	75
Versorgungsanlage	72
Verwaltung	72
Verwaltung, freie Berufe	72
Wirtschaftsweg	75
Wochenend- und Ferienhausfläche	20
Wochenendplatz	20
Wohnbaufläche	75
Wohnen	75
Wohnen mit Gewerbe und Industrie	75
Wohnen mit Handel und Dienstleistungen	72
Wohnen und Betrieb	75

Anlage 2

Gebäudenutzung und Schadenspotenzial

Gebäudenutzung	Schadenspotenzial
Allgemein bildende Schule	3
Asylbewerberheim	3
Badegebäude	1
Bahnhofsgebäude	2
Bauernhaus	2
Betriebsgebäude	2
Bürogebäude	2
Campingplatzgebäude	2
Einkaufszentrum	2
Empfangsgebäude	1
Fabrik	3
Fahrzeughalle	2
Festsaal	1
Feuerwehr	3
Freizeit- und Vergnügungsstätte	1
Freizeit-, Vereinsheim, Dorfgemeinschafts-, Bürgerhaus	1
Garage	1
Gartenhaus	0
Gaststätte, Restaurant	2
Gaswerk	3
Gebäude an unterirdischen Leitungen	3
Gebäude der Kläranlage	3
Gebäude für Beherbergung	2
Gebäude für betriebliche Sozialeinrichtung	2
Gebäude für Bewirtung	2
Gebäude für Fernmeldewesen	2
Gebäude für Gewerbe und Industrie	3
Gebäude für Handel und Dienstleistung mit Wohnen	2
Gebäude für Handel und Dienstleistungen	2
Gebäude für Land- und Forstwirtschaft	1
Gebäude für öffentlichen Zwecke mit Wohnen	2
Gebäude für religiöse Zwecke	3
Gebäude für Sicherheit und Ordnung	3
Gebäude für soziale Zwecke	3
Gebäude für Sportzwecke	2
Gebäude für Vorratshaltung	1
Gebäude im Freibad	1
Gebäude zum Sportplatz	1
Gebäude zur Abfallbehandlung	2
Gebäude zur Abwasserbeseitigung	3
Gebäude zur Elektrizitätsversorgung	3
Gebäude zur Entsorgung	3
Gebäude zur Freizeitgestaltung	1
Gebäude zur Versorgung	3
Gebäude zur Wasserversorgung	3
Gedenkstätte, Denkmal, Denkstein, Standbild	1
Gemeindehaus	2
Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnen	2
Geschäftsgebäude	2

Gebäudenutzung	Schadenspotenzial
Gewächshaus (Botanik)	1
Hallenbad	2
Heizwerk	3
Jugendfreizeitheim	1
Kapelle	2
Kaufhaus	2
Kegel-, Bowlinghalle	1
Kinderheim	3
Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte	3
Kiosk	1
Kirche	3
Kreditinstitut	2
Kühlhaus	2
Laden	2
Lagerhalle, Lagerschuppen, Lagerhaus	1
Land- und forstwirtschaftliches Betriebsgebäude	1
Land- und forstwirtschaftliches Wohn- und Betriebsgebäude	2
Land- und forstwirtschaftliches Wohngebäude	2
Messehalle	1
Museum	2
Nach Quellenlage nicht zu spezifizieren	0
Polizei	3
Post	2
Produktionsgebäude	3
Pumpstation	3
Rathaus	3
Reithalle	1
Scheune	0
Scheune und Stall	1
Schloss	2
Schuppen	0
Seniorenheim	3
Silo	2
Sonstiges	0
Speditionsgebäude	1
Sport-, Turnhalle	1
Stall	1
Stall für Tiergroßhaltung	1
Stellwerk, Blockstelle	2
Synagoge	3
Tank	3
Tankstelle	3
Tiefgarage	3
Toilette	1
Trauerhalle	2
Treibhaus	1
Treibhaus, Gewächshaus	1
Umformer	3
Veranstaltungsgebäude	2

Gebäudenutzung	Schadenspotenzial
Verwaltungsgebäude	2
Wartehalle	1
Wasserwerk	3
Werkstatt	2
Wirtschaftsgebäude	2
Wochenendhaus	1
Wohn- und Bürogebäude	2
Wohn- und Geschäftsgebäude	2
Wohngebäude	2
Wohngebäude mit Gewerbe und Industrie	2
Wohngebäude mit Handel und Dienstleistungen	2
Wohnhaus	2

Anlage 3

Risikoeinstufung aller Gebäude je nach Szenario

Gebäude Risiko Statistik

Schaden-potential	Einstauklasse [m]	Szenario 1 (30-jährlich)	Szenario 2 (100-jährlich)	Szenario 3 (90 mm Blockregen)
1 gering	< 0,1	1467	1.334	1.336
	0,1 - 0,5	1163	1.270	1.225
	0,5 - 1,0	119	134	165
	> 1,0	17	28	40
2 mittel	< 0,1	1628	1.457	1.473
	0,1 - 0,5	1820	1.946	1.880
	0,5 - 1,0	187	220	246
	> 1,0	33	45	69
3 hoch	< 0,1	147	128	119
	0,1 - 0,5	178	172	166
	0,5 - 1,0	24	37	30
	> 1,0	13	25	47

