

Übersicht



Der Bürgermeister
Hilden, den 30.09.2021
AZ.: IV/66-dr

WP 20-25 SV 66/026

Mitteilungsvorlage

Vorstellung des Handlungskonzeptes zum Starkregenrisikomanagement mit Starkregengefahrenkarten für die Stadt Hilden

Für eigene Aufzeichnungen: Abstimmungsergebnis			
	JA	NEIN	ENTH.
CDU			
SPD			
Grüne			
FDP			
AfD			
BA			
Allianz			
Ratsmitglied Erbe			

öffentlich

Finanzielle Auswirkungen

ja

nein

noch nicht zu übersehen

Personelle Auswirkungen

ja

nein

noch nicht zu übersehen

Beratungsfolge:

Stadtentwicklungsausschuss

27.10.2021

Kenntnisnahme

Anlage 1_EBericht_Hilden

Anlage 2_2021_08_24-PPT_Vorstellung_Starkregenrisikomanagement VV

Anlage 3_Gefahrenkarte Sz2 Übersicht

Beschlussvorschlag:

Der Stadtentwicklungsausschuss nimmt die Vorstellung des Handlungskonzeptes zum Starkregenrisikomanagement mit Starkregengefahrenkarte für die Stadt Hilden zur Kenntnis.

Erläuterungen und Begründungen:

Der Rat hat in seiner Sitzung am 11.12.2019 auf Grundlage der Sitzungsvorlage WP 14.20 SV 66/160/1 „Erstellung eines Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes für Hilden: Bericht über die ersten Ergebnisse des Arbeitskreises der Projektgruppe Klimaschutz“ u.a. auch die Erstellung von Starkregenkarten beschlossen.

Auf Grundlage der NRW-Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement wurde im Rahmen einer Angebotsabfrage das Ing.- Büro Fischer Teamplan im Nov. 2020 zur Aufstellung eines kommunalen Handlungskonzeptes zum Starkregenmanagement auf Grundlage von zu erstellenden Starkregengefahrenkarten beauftragt.

Mit Zuwendungsbescheid der Bezirksregierung Düsseldorf vom 18.11.2020 wird die Maßnahme mit 50 % der zuwendungsfähigen Kosten gefördert.

Das Büro Fischer Teamplan aus Solingen hat in den vergangenen Monaten zusammen mit der Verwaltung an einem Konzept zum Umgang mit Starkregenereignissen gearbeitet. Es wurden dabei Gefährdungskarten für insgesamt drei verschiedene Szenarien erstellt und auch die Risiken in den betroffenen Bereichen untersucht. Die Ergebnisse wurden verwaltungsintern vorgestellt. Sie werden z.B. bei künftigen Planungen oder Baumaßnahmen berücksichtigt. Die Empfehlungen aus dem Bericht im Hinblick auf die Flächenvorsorge, also z.B. das Anlegen von Mulden oder die Schaffung von Rückstaumöglichkeiten müssen durch die Verwaltung in den folgenden Jahren auf ihre Umsetzungsmöglichkeiten geprüft und ggfs. ein Umsetzungsfahrplan erarbeitet werden.

Das Kartenmaterial wird öffentlich auf der städtischen Internetseite zur Verfügung gestellt. Derzeit wird vom Kreis Mettmann ein Leitfaden zur Starkregenvorsorge für Hildener Bürgerinnen und Bürger, Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer sowie Architekturbüros erarbeitet. Als Vorlage dient hier in Abstimmung der Leitfaden der Stadtentwässerung Köln. Auch dieser Leitfaden wird zusammen mit dem Kartenmaterial auf der städtischen Internetseite veröffentlicht.

In der Sitzung wird der Ergebnisbericht (Anlage 1) vom Büro Fischer Teamplan vorgestellt. Die Präsentation in Form einer Powerpoint-Präsentation wird ebenfalls beigefügt (Anlage 2).

Der Sitzungsvorlage wird weiterhin beispielhaft die Starkregenkarte (Anlage 3) für das Szenario 2 beigefügt, in denen u.a. die Flächen dargestellt sind, die bei dem berechneten Starkregenereignis voraussichtlich überflutet werden.

gez.
In Vertretung
Sönke Eichner
1. Beigeordneter

Klimarelevanz:

Extremwetterereignisse werden - laut den überwiegenden Prognosen zum Klimawandel - zunehmen. Die Ereignisse am 14.7.2021 haben gezeigt, dass Hilden nicht nur von den allgemeinen Klimaveränderungen - wie z.B. Verlagerung der Regenperioden, trockene Sommer, Starkregenereignisse etc. - betroffen wird. Vor diesem Hintergrund sind Maßnahmen zum Starkregenmanagement beginnend mit dem vorgelegten Konzept sinnvoll.



Hilden

„Erstellung eines kommunalen Handlungskonzeptes zum Starkregenrisikomanagement mit Starkregengefahrenkarten“ für die Stadt Hilden

Erläuterungsbericht

Im Auftrag der

Stadt Hilden

bearbeitet durch

FISCHER TEAMPLAN Ingenieurbüro GmbH, Wilhelmstraße 26, 42697 Solingen

Dipl.-Ing. Uwe Ross

M.Sc. Marcel Mailänder

Solingen , im Oktober 2021

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung	7
1.1.	Vorgehensweise	9
1.2.	Grundlagendaten	9
2.	Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen	11
2.1.	Eingangsgrößen	11
2.1.1.	Niederschlag	11
2.1.1.1.	Zeitliche Verteilung	12
2.1.1.2.	Szenario 1: KOSTRA-Modellregen T30 D60	13
2.1.1.3.	Szenario 2: KOSTRA-Modellregen T100 D60	13
2.1.1.4.	Szenario 3: Außergewöhnliches Ereignis als Blockregen	13
2.1.2.	Topographie	13
2.2.	Hydraulische Gefährdungsanalyse	14
2.2.1.	Oberfläche	15
2.2.2.	Geländerauheit	16
2.2.3.	Gebäude	17
2.2.4.	Kanalisation	18
2.2.5.	Gewässerdurchlässe und Verrohrungen	19
2.2.6.	Modellierung / Simulation	19
2.2.7.	Plausibilisierung	20
2.2.8.	Ergebnisdarstellung	20
2.3.	Starkregengefahrenkarte	21
3.	Risikoanalyse	24
3.1.	Analyse der Starkregengefahrenkarte	24
3.2.	Ermittlung kritischer Objekte und Bereiche	25
3.3.	Risikoermittlung und Risikobewertung	29
4.	Handlungskonzept	32
4.1.	Informationsvorsorge	33
4.2.	Kommunale Flächenvorsorge	34
4.2.1.	Muldenlagen	34
4.2.2.	Multifunktionale Flächen	36
4.3.	Krisenmanagement	38
4.3.1.	Verkläuserung von Durchlässen	38
4.3.2.	Einstau von Verkehrswegen	39
4.3.3.	Erosion von landwirtschaftlichen Flächen	40
4.4.	Konzeption kommunaler baulicher Maßnahmen	41
5.	Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen	42
5.1.	Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser	42
5.2.	Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen	42
5.3.	Siedlungsentwässerung	43

5.4.	Straßen und Wege	43
5.5.	Frei- und Grünflächen	44
5.6.	Objektschutzmaßnahmen	44
5.7.	Wasserrückhalt in der Fläche (Außenbereich)	47
6.	Zusammenfassung	47
7.	Literaturverzeichnis	49

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1-1: Stadtgebiet Hilden mit Modellgrenze	8
Abb. 2-1: Einstufung der Szenarien in den Starkregenindex nach Schmitt	12
Abb. 2-2: Einordnung der Szenarien in die Niederschlagsstatistik des Deutschen Wetterdienstes	12
Abb. 2-3: Stadtgebiet erweitert um hydrologisches Einzugsgebiet	14
Abb. 2-4: Aufbau TIN: Primärpunkte in rot, TIN in schwarz, Knoten in grün, Gebäudeumring in orange	16
Abb. 2-5: Prinzipskizze der Randverteilung	18
Abb. 2-6: Schematische Darstellung der bidirektionalen Kopplung	18
Abb. 2-7: Anpassung der Lage von Ein- und Auslauf eines Durchlasses unter einer Autobahn (links vorher, rechts nachher)	19
Abb. 2-8: Gefahrenkarte im Bereich der Beethovensschule in Szenario 2 (links) und Überflutung am 14. Juli (rechts - Foto Stadt Hilden)	20
Abb. 2-9: Auszug Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial und Fließgeschwindigkeit	23
Abb. 3-1: Überflutungsrisiko als Kombination von Gefährdung und Schadenspotenzial	29
Abb. 3-2: Risikoeinstufung für Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial und Einstauhöhe	30
Abb. 4-1: Vorsorgemöglichkeiten zum Starkregenrisikomanagement	33
Abb. 4-2: Abbildung einer großflächigen Geländemulde mit Gefahrenpotential	36
Abb. 4-3: Darstellung möglicher multifunktionaler Fläche	37
Abb. 4-4: Darstellung des Rückstaubereichs vor Durchlässen	39
Abb. 4-5: Darstellung Einstausituation der Verbindungstraßen / Anfahrwege	40
Abb. 5-1: Hochwassergefahrenkarte nach HWRMRL (HQ Extrem)	43
Abb. 5-2: "Pflanzmauern" zur Lenkung von Oberflächenabfluss (Beispiel)	45
Abb. 5-3: Empfehlungen für die private Eigenvorsorge (StEB Köln)	46
Abb. 5-4: Sicherung der Wassereintrittswege in ein Gebäude (StEB Köln)	46

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1: Einteilung der Gebäude nach ihrem Schadenspotential	11
Tab. 2-1: Nutzungsart nach ALKIS und ks-Wert	16
Tab. 2-2: Darstellung der Wassertiefen in den Gefahrenkarten	21
Tab. 2-3: Darstellung der Fließgeschwindigkeiten (nach Arbeitshilfe NRW)	21
Tab. 2-4: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit / Infrastruktur nach Überflutungstiefe	22
Tab. 2-5: Potenzielle Gefahren für menschliche Gesundheit / Infrastruktur nach Fließgeschwindigkeit	23
Tab. 3-1: Liste kritischer Bereiche / Objekte zur Abschätzung mögl. Schäden (HWRM-RL 2016)	27
Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial	28
Tab. 3-3: Verteilung des Risikos in den unterschiedlichen Szenarien	30
Tab. 4-1: Kennzahlen zur Einschätzung der hydraulischen Wirksamkeit multifunktionaler Flächen	37

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Gebäudenutzung und Schadenspotenzial
- Anlage 2: Risikoeinstufung aller Gebäude je nach Szenario
- Anlage 3: Risikocheckliste für besonders betroffene öffentliche Gebäude

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Rat der Stadt Hilden hat im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes in seiner Sitzung am 30.10.2019 u.a. auch die Erstellung von Starkregenkarten beschlossen.

Auf Grundlage der NRW-Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement wurde im Rahmen einer Angebotsabfrage das Ing.- Büro FISCHER TEAMPLAN im Nov. 2020 zur Aufstellung eines kommunalen Handlungskonzeptes zum Starkregenmanagement mit Starkregengefahrenkarten beauftragt.

Im Rahmen des Projekts sind Starkregengefahren- und risikokarten sowie je eine Fachkarte zu dem Handlungskonzept „Flächenvorsorge“ und „Krisenmanagement“ erarbeitet worden. Alle Ergebnisse wurden im Rahmen der Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“ (MULNV 11/2018) erstellt.

Das Stadtgebiet von Hilden umfasst eine Fläche von 25,96 km² mit rd. 55.000 Einwohnern. Die Stadt gehört zum Kreis Mettmann. Geprägt ist die geographische Lage größtenteils durch die Niederrheinebene mit einer flachen Topographie, die im äußersten Westen auf ca. 40 m ü.NHN liegt. Im östlichen Stadtrand sind erste Ausläufer des Bergischen Landes vorhanden und das Relief steigt im Bereich von Jaberg und Sandberg bis auf 110 m ü.NHN leicht an.

Das Stadtgebiet ist weitgehend dicht besiedelt. Im Nordosten und Südwest befinden sich größere zusammenhängende Waldflächen. Landwirtschaftliche Nutzflächen sind wenige vorhanden. Durchzogen wird das Stadtgebiet in Nord-Süd-Richtung durch die Bundesautobahn A3. Diese grenzt den Innenstadtbereich und den Kernbereich der Siedlungsfläche von dem im Nordosten befindlichen Hildener Stadtwald und der Ohligser Heide im Südosten ab. In weiten Teilen liegt die A3 erhöht auf einer Dammlage.

Hauptvorfluter ist die Itter, die die Stadt auf einer Länge von ca. 7,6 km durchfließt. Weitere Gewässer sind insbesondere Hoxbach im Norden und Garather Mühlenbach im Süden. Diese nehmen auch den überwiegenden Teil des Niederschlagswassers und nicht klärflichtige Abflüsse des Stadtgebietes auf. Abb. 1-1 zeigt eine Übersicht des Stadtgebietes und des abgegrenzten hydrologischem Modellgebietes.

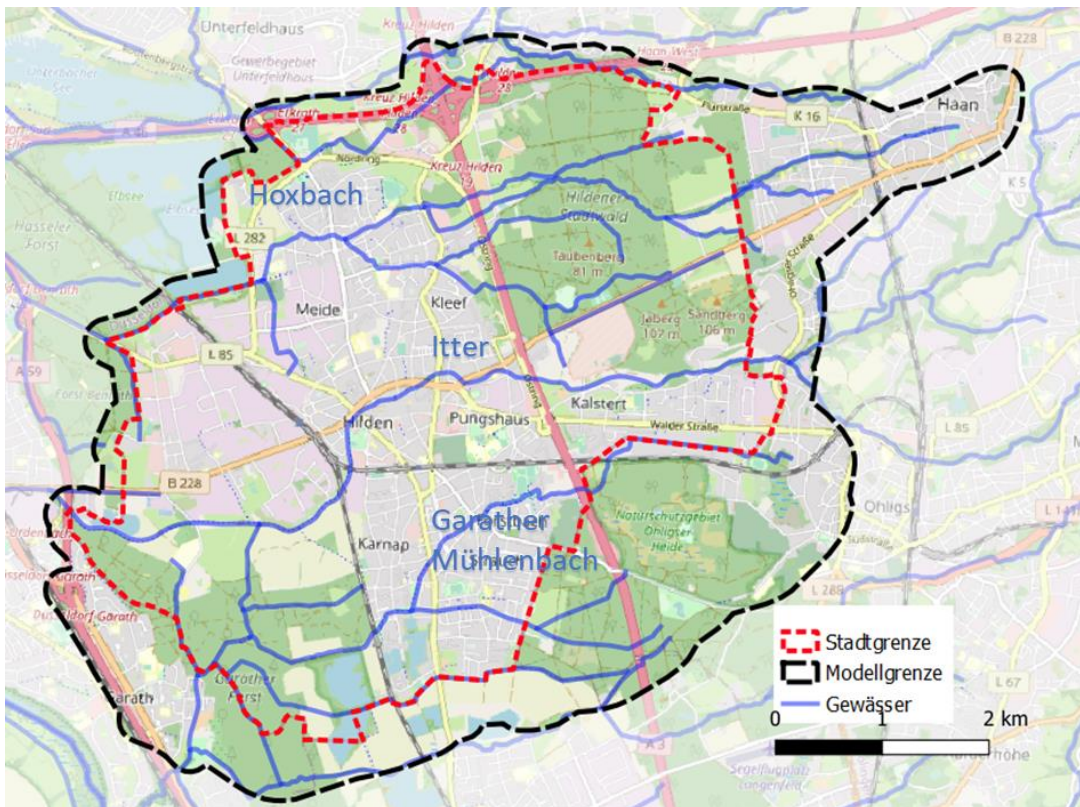


Abb. 1-1: Stadtgebiet Hilden mit Modellgrenze

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 zu identifizieren. Die Maßnahmen im öffentlichen und privaten Bereich können demnach übergreifend koordiniert und aufeinander abgestimmt werden, um im 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.

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

Das Risiko durch Starkregen kann 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 Stadt Hilden 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 dem vorliegenden Bericht der Stadt Hilden 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 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:

- Digitales Geländemodell (DGM1)
 - Aufbereitete Laserscandaten DGM1 der Geländeoberfläche für das gesamte Modellgebiet (Stand 2015)

- Gebäudedaten (ALKIS)
- Gewässernetz und Durchlässe / Brücken / Verrohrungen
 - Daten des Bergisch-Rheinischen Wasserverbandes
 - Basis-DLM
 - Kanalnetzmodell Stadt Hilden
- Kanalbestandsdaten der Stadt Hilden
- HW-Gefahren / HW-Risikokarten (Itter, Garather Mühlenbach, Hoxbach)
- WMS-Dienste
 - Digitale Orthophotos verschiedener Jahrgänge (aktuellstes 2019)
 - ALKIS-Daten
 - Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen (Geolog. Dienst NRW)
 - Bodenkarte BK50
- 3D-und Schrägluftbildviewer Kreis Mettmann
- Städtische Daten
 - Flächennutzung aus **Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem ALKIS**





Die relevanten Befliegungsdaten wurden zu Beginn der Projektbearbeitung im Dezember 2020 von der Bezirksregierung Köln digital bezogen. Der Befliegungszeitraum im Stadtgebiet erfolgte im Jahr 2015. Das daraus aufgebaute 2D-Oberflächenabflussmodell spiegelt die Oberfläche zu diesem Zeitpunkt wider. Insbesondere die Katasterdaten, wie Flächennutzung und Gebäudebestand, unterliegen ständiger Änderungen und wurden stichtagsbezogen im Dezember 2020 vom Geoportal abgefragt.

Der Gebäudebestand stammt aus den ALKIS-Daten und wurde über einem GIS-Server des Landes NRW bezogen. Dieser Datensatz enthält in der Summe 28.427 Objekte im Stadtgebiet, die im weiteren Verlauf auf 23.997 betrachtete Objekte gefiltert werden. Jedem Objekt wurde auf Basis der Funktion ein mögliches Schadenspotenzial (sehr gering, gering, mittel und hoch) zugewiesen.

Dabei ist jedem Gebäude exakt eine Gebäudefunktion nach dem Fachschema der ALKIS-Daten zugeordnet. Falschzuordnung der Funktion und somit des Schadenspotenzials können auf einer falschen Erfassung durch das Katasteramt oder einer unangemeldeten Umnutzung beruhen. Außerdem kann es bei der Zuordnung durch das Katasteramt zu 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 der nachfolgenden Tabelle werden so auch in den Starkregengefahrenkarten verwendet.

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

Symbol in den Karten	Schadenspotential Nr.	Schadenspotential	Beispiel
	0	sehr gering	Scheune, Schuppen
	1	gering	Ferienhaus, Schutzhütte
	2	mittel	Wohnhaus
	3	hoch	Rathaus, Schule

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 404 Gebäude bzw. Gebäudeteile mit einem öffentlichen Zweck im Stadtgebiet.

2. Analyse der Überflutungsgefährdung bei Starkregen

Die Ermittlung der Überflutungsgefährdung bei Starkregen erfolgt auf Basis einer detailliert hydronumerischen instationären 2D-Modellierung. Die Ergebnisse wurden nach den unten aufgeführten Kriterien ausgewertet:

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

Zur Abschätzung der Sensitivität der Überflutungsgefährdung werden die o.g. Kriterien für verschiedene Szenarien des Niederschlags und der Abflusskapazität der Kanalisation (Kopplung Oberflächenabfluss und Kanalhydraulik) untersucht.

2.1. **Eingangsgrößen**

2.1.1. Niederschlag

Als Niederschlagsbelastung werden drei unterschiedliche Szenarien gemäß der Arbeitshilfe angesetzt. Alle Belastungen sind Modellregen mit einer Dauerstufe von einer Stunde. Die Szenarien entsprechen einem 30-jährlichen und 100-jährlichen Ereignis nach KOSTRA, sowie einem Extremereignis. Anhand des Starkregenindex lassen sie sich gemäß Abb. 2-1 als Starkregen mit dem Index SRI 5, 7 und 10 einordnen. Den jeweiligen Regenszenarien wird eine Nachlaufzeit von einer Stunde angeschlossen.

Wiederkehrzeit T_n [a]	1	2	3,3	5	10	20	25	33,3	50	100	> 100				
Kategorie	Starkregen				intensiver Starkregen				außergewöhnlicher Starkregen		extremer Starkregen				
Starkregenindex SRI [-]	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Erhöhungsfaktor [-]									1,00		1,20 - 1,39	1,40 - 1,59	1,60 - 2,19	2,20 - 2,79	$\geq 2,80$

Abb. 2-1: Einstufung der Szenarien in den Starkregenindex nach Schmitt

Die Niederschlagshöhe liegt dabei für alle Ereignisse deutlich über der Bemessung die für den geforderten Entwässerungskomfort des Kanalnetzes angesetzt ($T_n = 5$ -jährlich) wird (Abb. 2-2).

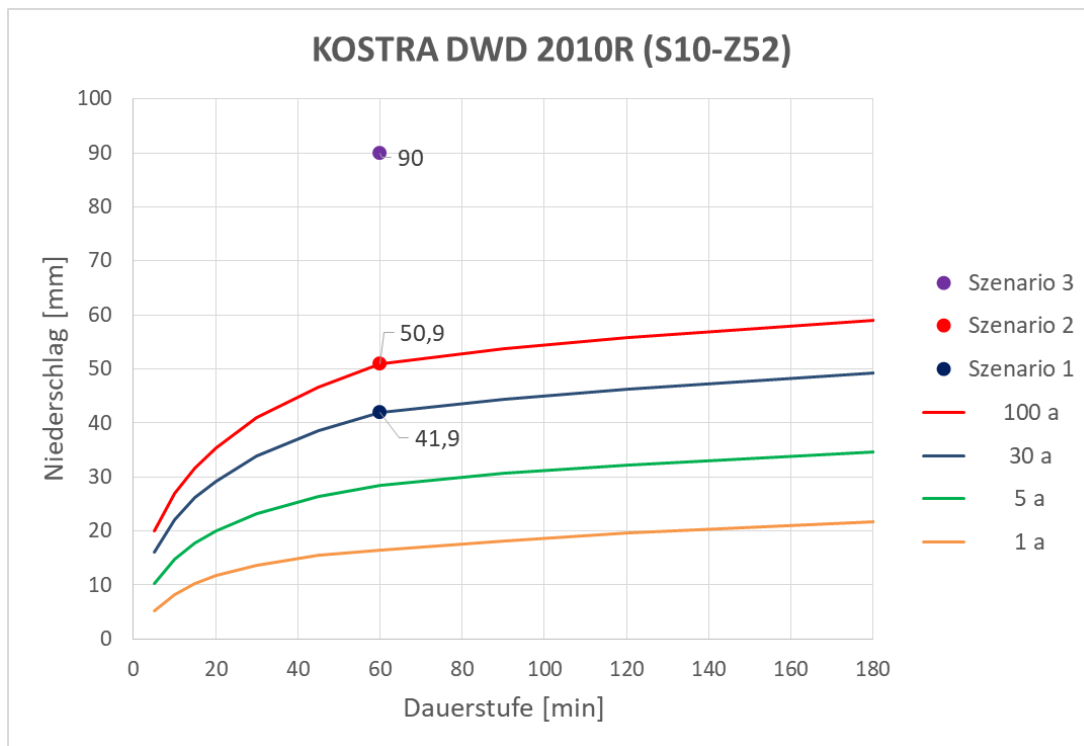


Abb. 2-2: Einordnung der Szenarien in die Niederschlagsstatistik des Deutschen Wetterdienstes

2.1.1.1. Zeitliche Verteilung

Bei den Szenarien mit einer KOSTRA-Regenbelastung wurde jeweils eine Euler II-Verteilung als zeitliche Verteilung der Intensität angesetzt. Die Euler II-Verteilung wurde gewählt um einen kritischen Belastungszustand für das Stadtgebiet abzubilden. Innerhalb des Modellgebietes gibt es unterschiedliche topographische Strukturen (Gräben und nicht ständig wasserführende Fließwege in Oberläufen, breitere Gewässer in Unterläufen). Beide Vorfluttypen reagieren hydraulisch unterschiedlich. Von kleineren Fließwegen, Gräben und kleineren Gewässern geht insbesondere 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, umso mehr dreht sich das Verhältnis um und für das Abflussgeschehen spielt zunehmend die Niederschlagssumme eine Rolle.

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

2.1.1.2. Szenario 1: KOSTRA-Modellregen T30 | D60

Als Szenario 1 wird der einstündige KOSTRA-Regen mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von einmal in 30 Jahren verwendet. Dieser Regen bildet ein Ereignis ab, das häufiger als einmal in 100 Jahren auftritt, aber die Bemessung des Kanalnetzes schon überschreitet. Der Modellregen folgt einer Euler II-Verteilung nach KOSTRA-DWD für das Stadtgebiet Hilden (Rasterfeld Spalte 10, Zeile 52). Die Niederschlagshöhe beträgt für dieses Szenario 41,9 mm.

2.1.1.3. 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, das zu einem außergewöhnlichen Oberflächenabflussereignis führt. Die Gesamtniederschlagshöhe beträgt 50,9 mm und der Niederschlagsverlauf wird ebenfalls anhand der Euler II-Verteilung angesetzt.

2.1.1.4. 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 NRW 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.

2.1.2. Topographie

Für die Modellierung des im Starkregenfall auftretenden Oberflächenabflusses wurde eine detaillierte Abbildung der Geländeoberfläche erstellt. Grundlage stellt das DGM1 mit einer Punktdichte von 1x1 m dar (Befliegung Stand 2015). Anhand des DGM wurde eine topographische Analyse durchgeführt, bei der Wasserscheiden und Fließwege anhand eines Algorithmus anhand von 8 möglichen Fließrichtungen bestimmt werden. Auf diese Weise lässt sich das hydrologische Einzugsgebiet ermitteln. In Abb. 2-3 zeigt sich das gesamte Gebiet, innerhalb dessen Niederschlagswasser dem Stadtgebiet zufließen kann. Die Erweiterung

des Gebietes erfolgt insbesondere in Richtung Westen, um die Einzugsgebiete von Hoxbach, Sandbach und Garather Mühlenbach im Modell zu erfassen. Das Einzugsgebiet der Itter ist aufgrund seiner Größe nicht vollständig erfasst. Überflutungen der Itter werden in den Hochwassergefahrenkarten abgebildet. Das betrachtete Modellgebiet ergibt sich demnach zu ca. 42 km². Dieses ergänzte Modell dient als Grundlage für die Fließwege- und Muldenanalyse und den daraus abgeleiteten Fachinformationen.

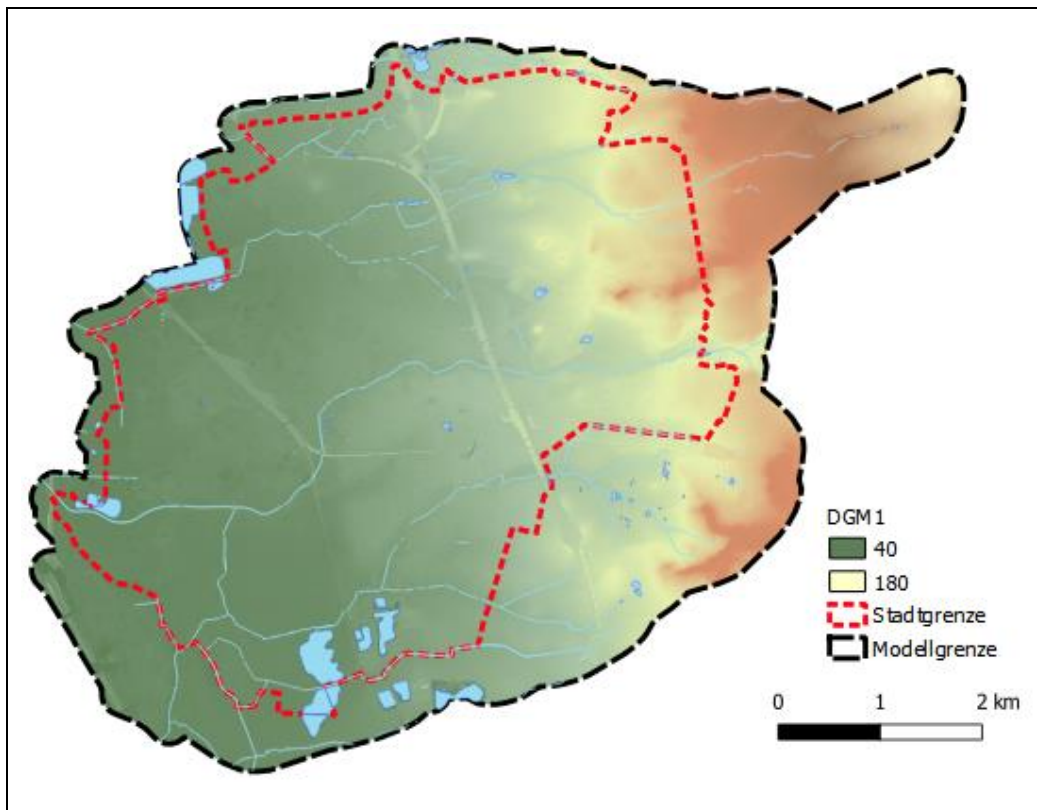


Abb. 2-3: Stadtgebiet erweitert um hydrologisches Einzugsgebiet

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 Hilden + hydrologische Außengebiete) wird durch ein trianguliertes Rechnetz abgebildet und stellt somit eine gute Anpassung an die topographischen und hydrodynamischen Gegebenheiten des rd. 42 km² großen hydrologischen Untersuchungsgebietes dar. Bei der Generierung des Modellnetzes wurde darauf geachtet, dass die abflussrele-

vanten 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 diese als Abflusshindernisse abzubilden.

Eingangsdaten für die 2D-Modellierung sind

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

Für alle Szenarien wurde ergänzend das städtische Kanalnetzmodell für eine gekoppelte Berechnung mit eingebunden.

2.2.1. Oberfläche

Die Berechnungsoberfläche wird durch ein unregelmäßiges Dreiecksnetz (TIN *Triangulated Irregular Network*) abgebildet. Die primäre Datengrundlage für das Höhenmodell bilden aufbereitete Höhenpunkte aus der Befliegung in einem 1x1 m-Raster. Durch einen Algorithmus werden die Punktdaten zu Dreiecken vermascht. Dabei wird die Anzahl der Höhenpunkte reduziert und redundante Höheninformationen werden entfernt (vgl. Abb. 2-4). Diese Methode bietet den Vorteil, dass unterschiedliche Detailauflösungen möglich sind, was die Performance des Modells deutlich verbessert. Auf großen, sehr ebenen Flächen ist es so möglich das Modell gröber abzubilden, da weniger Elemente erforderlich sind, um die Oberfläche adäquat abzubilden. Bei der Ausdünnung der Geländepunkte wird ein zweistufiges Verfahren angewendet. Um alle relevanten Strukturen zu erhalten, wird im Siedlungsbereich eine Dreiecksfläche von 1 m² bei der Ausdünnung angestrebt. Zusätzlich wurde dieser Wert an Verkehrswegen und in den Gewässerbereichen angesetzt. Im Außenbereich abseits von Verkehrswegen und Wasserläufen wird eine Zielgröße von 4 m² angestrebt. Die Werte stellen dabei keine absolute Größe dar, sondern können abhängig der oberflächigen Gegebenheiten durch den modellinternen Algorithmus abweichen.

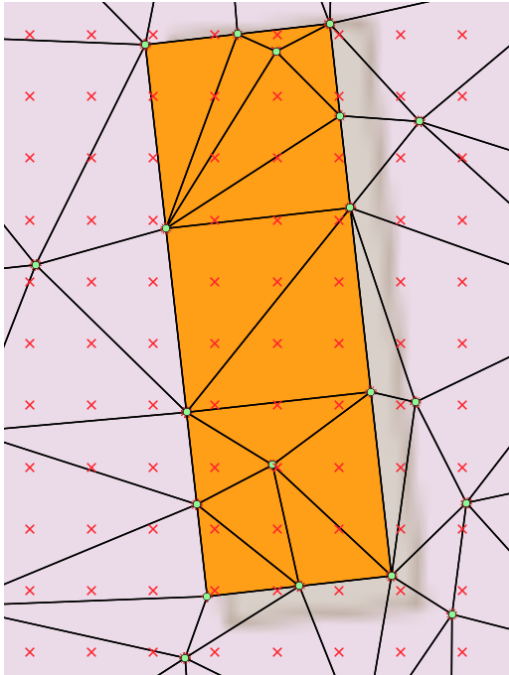


Abb. 2-4: Aufbau TIN: Primärpunkte in rot, TIN in schwarz, Knoten in grün, Gebäudeumring in orange

2.2.2. Geländerauheit

Im hydraulischen Modell werden die Oberflächenrauheiten entsprechend der vorhandenen Flächennutzung der ALKIS-Daten übernommen. Die Rauheit geht als äquivalente Sandrauheit in Millimetern in die Berechnung des Abflusses mit ein. Die gewählten k_s -Werte sind in Tab. 2-1 aufgeführt. Jedem Dreieckselement wird dabei eine Oberflächenrauheit zugeordnet.

Tab. 2-1: Nutzungsart nach ALKIS und k_s -Wert

Nutzungsart	k_s -Wert
Straßenverkehr	4
Weg	4
Gebäude	6
Platz	20
Bahnverkehr	40
Industrie- und Gewerbefläche	60
Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche	60
Fläche gemischter Nutzung	80

Fläche besonderer funktionaler Prägung	80
Wohnbaufläche	100
Friedhof	100
Unland/Vegetationslose Fläche	120
Heide	120
Landwirtschaft	130
Fließgewässer	140
Stehendes Gewässer	140
Tagebau, Grube, Steinbruch	150
Wald	250
Gehölz	250
Sumpf	250

2.2.3. Gebäude

Die Gebäude wurden als Abflusshindernisse auf das Geländemodell aufgebracht. Bevor der Gebäudebestand in das Oberflächenmodell integriert wird, werden die Gebäude gefiltert und einzelne Gebäudeteile entfernt bzw. angepasst. Bauteile (Parameter *geb Nutzbez*, Attribut *Bauteil*) sind Teile von Gebäudeobjekten, als solche redundant vorhanden und werden entfernt. Bauteile mit der Attribuierung (Parameter *funktion*) „Durchfahrt in Gebäude“, „Durchfahrt an überbauter Verkehrsfläche“ werden aus dem Gebäudebestand ausgeschnitten, um zu gewährleisten, dass diese Durchfahrten im Modell durchströmbar sind. Die Attribute (Parameter *funktion*) „aufgeständert“, „Überdachung“ und „Carport“ kennzeichnen per Definition Objekte, die sich oberhalb der Geländeoberfläche befinden und zu allen Seiten offen sind. Sie sind somit vollständig durchströmbar, bilden kein Abflusshindernis und werden nicht berücksichtigt. Gebäude mit der Attribuierung (Parameter *reallage*) „unter der Erdoberfläche“ befinden sich unterhalb der Geländeoberfläche und werden ebenfalls entfernt.

Bei der Modellerstellung werden die Bestandsgebäude als Bruchkanten in das Geländemodell integriert. Bei der TIN-Bildung werden alle Dreiecke an den Bruchkanten ausgerichtet. Die Fläche innerhalb der Bruchkanten entspricht der Dachfläche der Gebäude. Der Modellansatz zur Abbildung der Gebäude wird als *direkte Begegnung mit Randverteilung* bezeichnet (vgl. Abb. 2-5). Dies bedeutet, dass alle Dreiecke des Oberflächenmodells (TIN) direkt beregnet werden. Das auf die Dachfläche fallende Wasser gelangt nicht direkt über die Dachentwässerung in den Kanal, sondern wird auf umliegende Dreiecke verteilt.

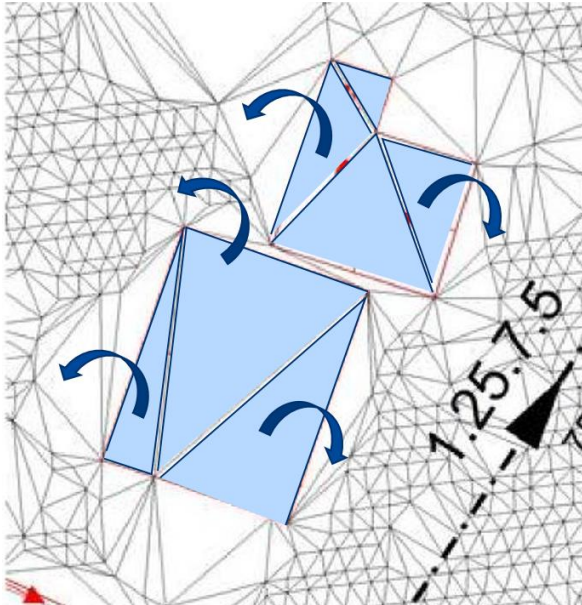


Abb. 2-5: Prinzipskizze der Randverteilung

2.2.4. Kanalisation

Das Kanalnetzmodell wurde von der Stadt Hilden übergeben. Im Vorfeld der Berechnungen wurde die Hal-tungen und Sonderbauwerke des Kanalnetzmodell aktualisiert. Insgesamt umfasst das Kanalnetz ca. 6,8 km Mischwasserkanäle, ca. 15,2 km Regenwasserkanäle und ca. 13,6 km Schmutzwasserkanäle.

Die Verknüpfung zwischen Kanal- und Oberflächenmodell findet als bidirektionale Kopplung an den Schäch-ten statt (vgl. Abb. 2-6). Das bedeutet, dass ein Wasseraustausch sowohl von der Oberfläche in den Kanal, als auch bei Überstau aus dem Kanal auf die Oberfläche möglich ist.

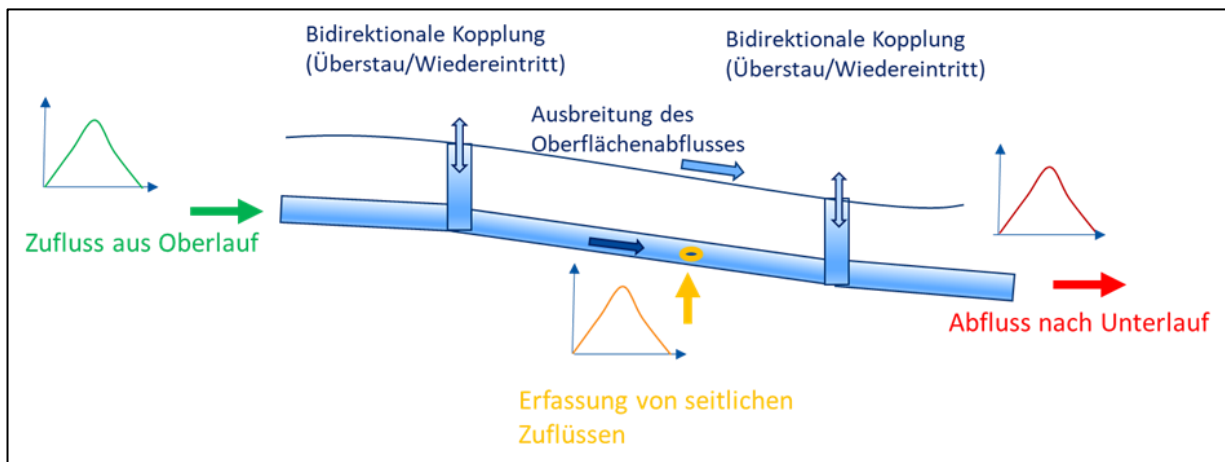


Abb. 2-6: Schematische Darstellung der bidirektionalen Kopplung

2.2.5. Gewässerdurchlässe und Verrohrungen

Unterirdische Elemente wie Gewässerdurchlässe und Verrohrungen sind im Digitalen Geländemodell in der Regel nicht abgebildet und müssen nachträglich ins Modell integriert werden. Fehlen diese, kann es zu einem unrealistischen Aufstau an den Einläufen kommen und Wasser kann nicht weitergeleitet werden.

Modelltechnisch werden die Elemente durch eine „fiktive Haltung“ als unterirdisches Ableitungselement integriert. Sie sind damit Teil des Kanalnetzmodells, wobei ein Austausch mit der Oberfläche über die Schachtsohle erfolgt. Die Leistungsfähigkeit wird entsprechend der hinterlegten Geometrien vorgegeben. Für die Elemente wurde, wie in Abb. 2-7 dargestellt, die räumliche Lage geprüft und gegebenenfalls angepasst

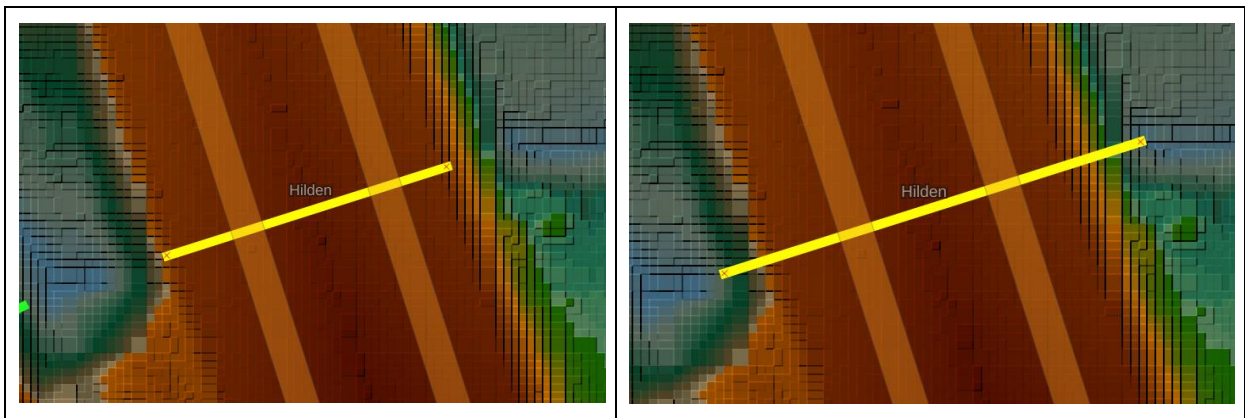


Abb. 2-7: Anpassung der Lage von Ein- und Auslauf eines Durchlasses unter einer Autobahn (links vorher, rechts nachher)

Datengrundlage waren übergebenen Daten des BRW, das vorliegende Kanalnetzmodell, sowie Daten aus dem Basis DLM. Fehlende Informationen zu Durchlassgrößen an relevanten Stellen wurden im Rahmen von Ortsterminen erfasst und entsprechend ins Modell integriert. Auf diese Weise sind 149 Durchlässe und Verrohrungen im Stadtgebiet im Modell erfasst. Die Leistungsfähigkeit der Durchlässe und Verrohrungen wurde in Absprache mit der Stadt Hilden um 25 % verringert, um Sohlverschlammungen zu berücksichtigen.

Brückenbauwerke sind bei der Aufbereitung des DGM1 durch die Bezirksregierung bereits so eingearbeitet, dass ein durchgehender Gewässerverlauf besteht. Fünf fehlende Bauwerke wurden nachträglich in das Modell integriert.

2.2.6. Modellierung / Simulation

Durch die 2D-Modellierung wird auch die Simulation der zeitlichen Entwicklung der Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten auf den Verlauf von Überflutungen sichtbar. Die angesetzten Regenszenarien führen zur Abflussbildung in der Fläche und es können die natürlichen Fließverläufe auf Basis der Topographie

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, die zu einer Verlandung von Durchlässen führen können und ggf. damit die hydraulische Wirksamkeit abmindern.

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

2.2.7. Plausibilisierung

Im Zuge der Erarbeitung der Starkregengefahrenkarten wurden bekannte Überflutungsschwerpunkte durch die Stadt Hilden bestätigt. Am 14.7.2021 wurde bei einem großräumigen Starkregenereignis in Rheinland-Pfalz und Nordrhein Westfalen auch die Stadt Hilden betroffen und es kam zu zahlreichen Überflutungen im Stadtgebiet. Laut der Stadt Hilden konnten viele neuralgische Punkte bestätigt werden. Insbesondere die Beethovenschule war durch Überflutung stark betroffen, was Abb. 2-8 zeigt.

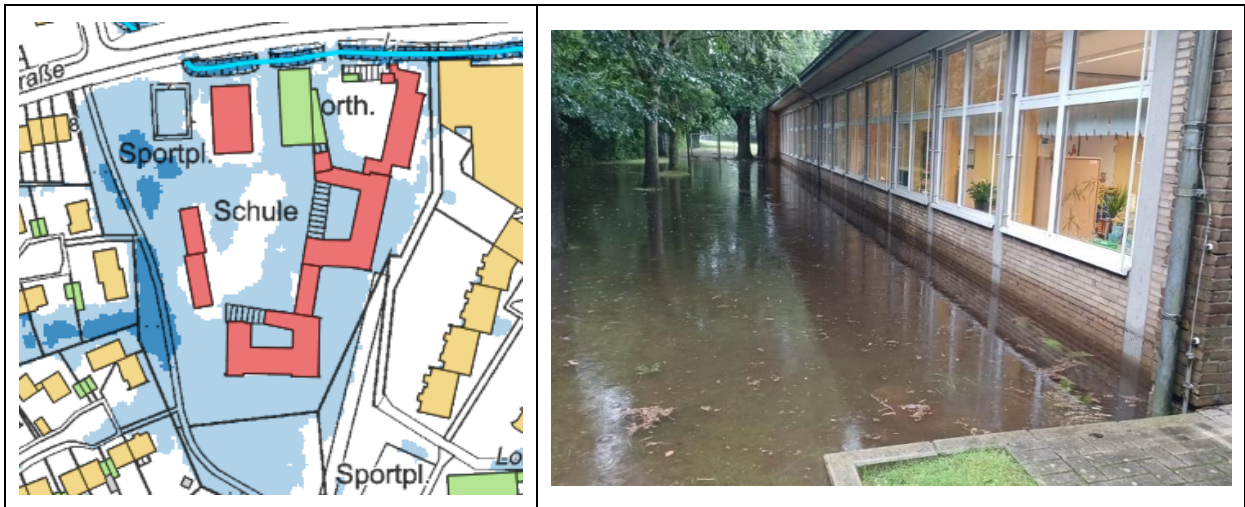


Abb. 2-8: Gefahrenkarte im Bereich der Beethovenschule in Szenario 2 (links) und Überflutung am 14. Juli (rechts - Foto Stadt Hilden)

2.2.8. 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 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. 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.

Der zeitliche Verlauf der Überflutungszustände für die Szenarien 2 und 3 wurde für die 1 h-Niederschlagsdauer und den 1 h-Nachlauf ergänzend als Animation bereitgestellt.




Die Überflutungstiefen werden gemäß der Arbeitshilfe in drei Stufen dargestellt (Tab. 2-2). Eine Einfärbung erfolgt erst ab einem Wasserstand von 10 cm.

Tab. 2-2: Darstellung der Wassertiefen in den Gefahrenkarten

Überflutungstiefe	
	< 10 cm
	10 – 50 cm
	50 – 100 cm
	> 100 cm

Die Fließgeschwindigkeit ist in den Starkregengefahrenkarten ergänzend dargestellt. Dabei werden 3 Stufen verwendet (Tab. 2-3). Analog zu den HW-Gefahrenkarten ist als unterer Schwellwert eine Geschwindigkeit von 0,2 m/s gewählt.

Tab. 2-3: 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 Tab. 2-4 und Tab. 2-5 dargestellt. Durch ansteigenden Wasserstand und eine höhere Fließgeschwindigkeit ist ein höheres Gefährdungspotential gegeben.

Tab. 2-4: 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

Tab. 2-5: 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.

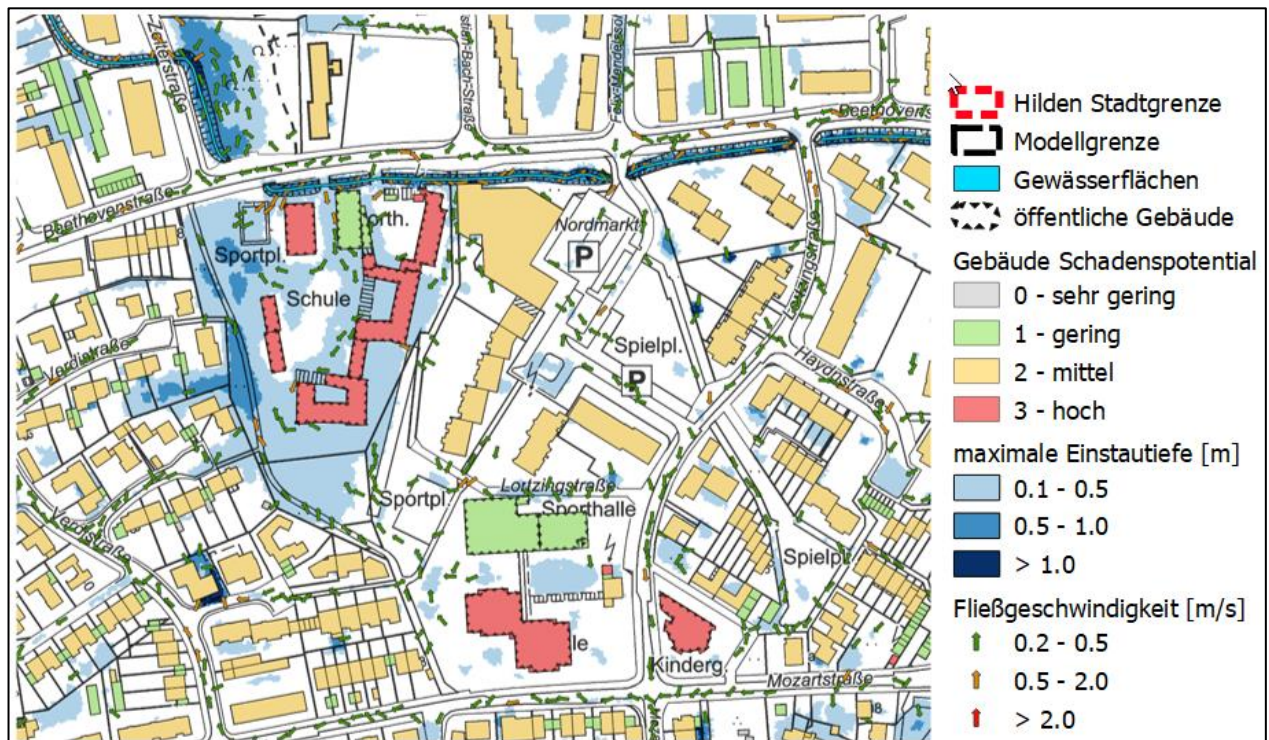


Abb. 2-9: Auszug Starkregengefahrenkarte mit Wassertiefe, Schadenspotenzial und Fließgeschwindigkeit

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 bis 3 die Bereiche identifiziert, die bei Starkregenereignissen überflutet werden können und durch hohe Überflutungstiefen, große Überflungsausdehnung 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, 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. → Hinweis auf Fachkarte Nr. 08
- 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 eine Stunde nach dem Ereignis noch deutlich eingestaut sind, analysiert. → Hinweis auf Fachkarte Nr. 08

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. 2-4). 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 (Kartensatz Nr. 08)) mit neuen Einstauflächen zu rechnen ist. Die Karten zur Erosionsgefährdung landwirtschaftlicher Flächen vom Geologischen Dienst NRW wurden verwendet und für Flächen von hoher Erosivität ausgewertet.

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 mögl. Schäden (HWRM-RL 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 Kellergerchoß 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 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 4 verschiedene Kategorien eingeordnet (vgl. Kap. 1.2). In Tab. 3-2 ist die Verteilung der Gebäude auf die einzelnen Schadenspotentiale aufgezeigt. Dabei zeigt sich, dass nur ein kleiner Teil der Objekte (4,6 %) ein hohes Schadenspotenzial aufweist. Der überwiegende Teil der Gebäude dienen der Nutzung als Wohngebäude und sind mit einem mittleren Schadenspotential gekennzeichnet.

Tab. 3-2: Anzahl der Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial

Symbol in den Karten	Schadenspot. Nr.	Schadenspot.	Anzahl Gebäude	Anteil [%]
	0	sehr gering	582	2,4
	1	gering	5758	24
	2	mittel	16547	69
	3	hoch	1110	4,6

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 4 Klassen) und die Gefährdung der Objekte (Einstauhöhe der Gebäude mit 4 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

Schadenspotenzial	Einstauklasse [m]	Anzahl betroffener Objekte im Stadtgebiet		
		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
0 sehr gering	< 0,1	438	399	313
	0,1 - 0,5	139	173	230
	0,5 - 1,0	5	8	32
	> 1,0	0	2	7
1 gering	< 0,1	4348	4003	3280
	0,1 - 0,5	1304	1591	2064
	0,5 - 1,0	81	126	317
	> 1,0	25	38	97
2 mittel	< 0,1	11957	11115	9552
	0,1 - 0,5	3932	4534	5273
	0,5 - 1,0	524	664	1232
	> 1,0	134	234	490
3 hoch	< 0,1	612	553	469
	0,1 - 0,5	398	438	452
	0,5 - 1,0	65	71	111
	> 1,0	35	48	78

Es wurde eine graphische Auswertung dieser Statistik für jeden einzelnen Lastfall erstellt. Die nachstehende Grafik zeigt beispielhaft die Auswertung für Szenario 2. Es zeigt sich, dass 1/3 der Objekte einen Wasserstand von mindestens 0,1 m aufweisen. Die Auswertung der Risikoverteilung für die übrigen Szenarien befindet sich in der Anlage #2.

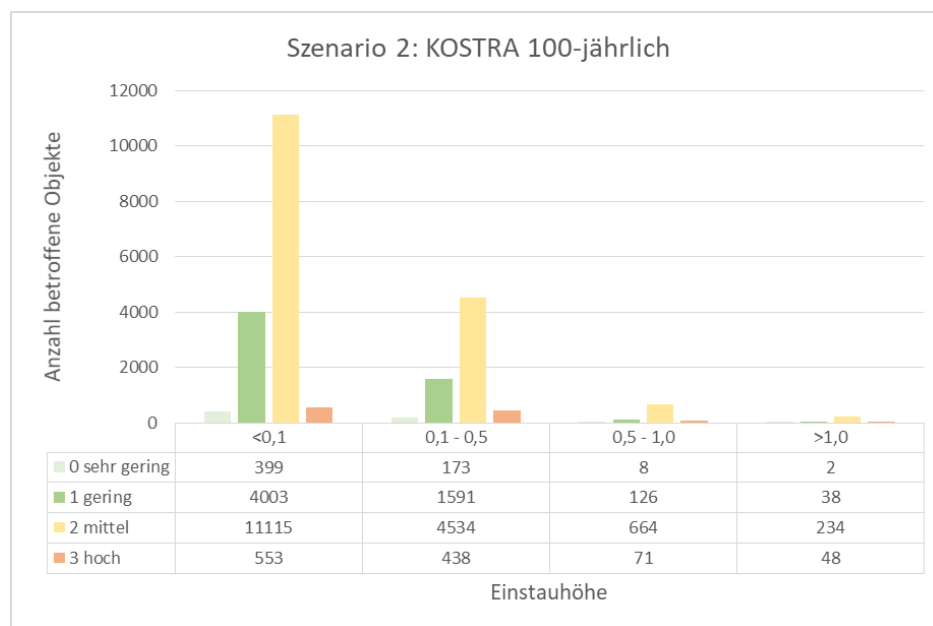


Abb. 3-2: Risikoeinstufung für Gebäudeobjekte nach Schadenspotenzial und Einstauhöhe

Bewertungskriterien für das Risiko umfassen unterschiedliche Punkte:

- 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 Infrastruktureinrichtungen 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" für die von Überflutungen besonders betroffenen Risikoobjekte erstellt. Die Dokumentation der 404 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 darauf folgenden Maßnahmen zuständig.

Bei einem Großteil der Objekte in einer Kommune handelt es sich um private und gewerblich genutzte Objekte. Hier sind die Eigentümer oder Betreiber im Sinne der Eigenvorsorge für die Bewertung und die folgenden Maßnahmen zuständig, d. h. jeder Eigentümer bzw. Betreiber muss selbst entscheiden, welches Risiko besteht und eingegangen werden kann. Eine exakte Einschätzung des Risikos ist auch deshalb nicht möglich, da selbst bei korrekter Angabe der Nutzung im Sinne der ALKIS-Daten keine weitere Binnendifferenzierung möglich ist. Beispiel: Ist ein Fabrikgebäude korrekt als Fabrikgebäude erfasst, lassen sich trotzdem nicht alle Aspekte des Schadenspotenzials daraus ableiten. Es ist etwa nicht erkennbar, ob sich in dem Gebäude Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV-Anlagen) befinden (Schadenspotenzial: Schäden an Gewässern) oder ob es Maschinen gibt, die bei einem Wasserschaden lange ausfallen (Schadenspotenzial: monetäre Schäden durch Verdienstaustausch). 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 ggf. administrative 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 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 Starkregenrisikovorsorge und anderen kommunalen Themenfeldern wie z. B. Straßenplanung und 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 sukzessive erfolgen.

4.1. Informationsvorsorge

Die Stadt Hilden übernimmt die Informationsvorsorge gegenüber den verschiedenen Zielgruppen. Die Ergebnisse des Projekts werden in Fachgremien der städtischen Verwaltung vorgestellt werden. Die Starkregengefahrenkarten sollen für alle Bürger sowie weitere Akteure im Internet öffentlich zugänglich gemacht werden. Dazu ist die Einbindung in das städtische Geoportal vorgesehen. Zusätzlich können Anfragen der Bürger zum Thema „Starkregen – Wie schütze ich mich?“ bei der Verbraucherzentrale NRW gestellt werden.

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 erfolgt anhand der nachfolgend 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
- 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. Muldenlagen bedürfen bei Umbau- oder Neubaumaßnahmen im Stadtgebiet einer dringenden Beachtung, da durch eine fehlende Vorflut teilweise erhebliche Einstautiefen auftreten können.

Anhand der folgenden Kriterien wurden 669 Geländemulden (Volumen > 50 m³, Mindestfläche 100 m² und Mindesttiefe von 50 cm) im Stadtgebiet ermittelt. Durch die parallele Analyse der Fließwege ($A_{EO} < 1$ ha) ergeben sich 442 abflusslose Mulden und 227 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 nach folgenden Kriterien unterschieden:



Kategorie 1: Mulden mit signifikantem Fließweg und angrenzender Bebauung



Kategorie 2: Mulden mit signifikantem Fließweg ohne angrenzende Bebauung



Kategorie 3: Mulde mit kleinem Fließweg und angrenzender Bebauung



Kategorie 4: Mulde mit kleinem Fließweg 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 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.

Die Lage einer Mulde mit angrenzender Bebauung ist in Abb. 4-2 beispielhaft dargestellt. Die Mulde befindet sich auf dem Gelände der Beethovenstraße und grenzt direkt an die Bebauung an. Es sind oberflächige Fließwege mit einem Einzugsgebiet von über 1 ha von Osten her erkennbar, die dem Gebiet zufließen und sich in der Geländemulde sammeln. Verschärfend wirkt im vorliegenden Fall die direkte Gewässernähe im Norden. Hier besteht ein weiteres potentiell Risiko, dass es zum Zufluss aus dem Gewässer kommt, wenn dessen hydraulische Leistungsfähigkeit überschritten ist.

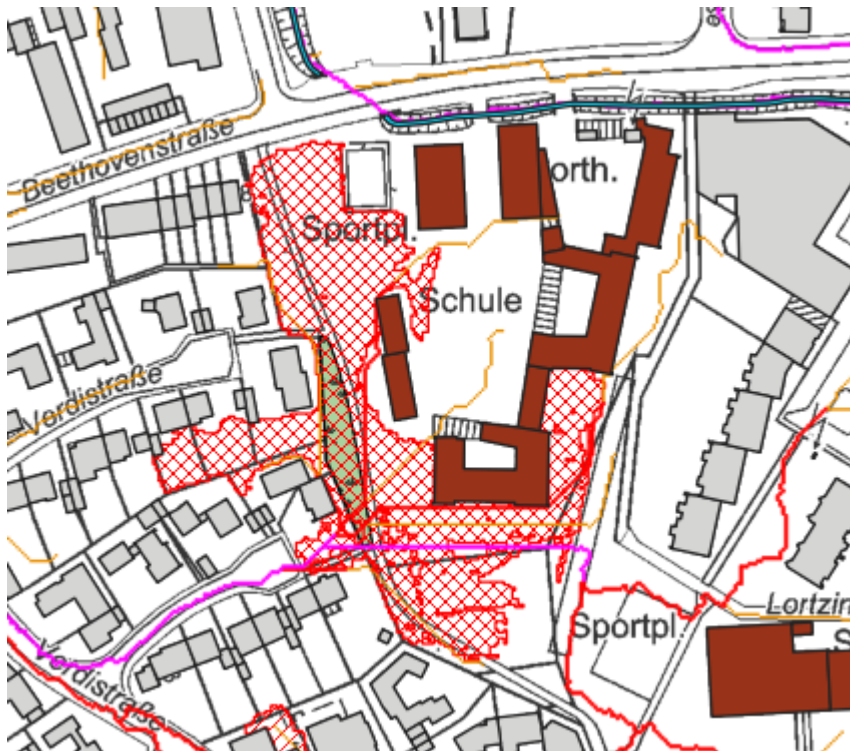


Abb. 4-2: Abbildung einer großflächigen Geländemulde mit Gefahrenpotential

4.2.2. Multifunktionale Flächen

Neben der Betrachtung der Muldenlagen wurden auch potenzielle multifunktionelle Flächen ermittelt. Dazu wurden auf Basis der städtischen Nutzungen Grünfläche, Grünanlage und Park stadtwweit geeignete Standorte 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 einzubeziehen. Dies betrifft die Größe der Fläche bzw. des Flurstücks, sowie die Zuflussmenge aus Oberflächenabfluss. Je größer die Fläche in Relation zur Zuflussmenge bzw. zum Zufluss liefernden Einzugsgebiet ist, umso wirksamer ist sie zur Überflutungsvorsorge beitragen. 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 [5] 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

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine mögliche multifunktionale Fläche westlich des Sportplatzes an der Gerresheimer Straße. Gut erkennbar ist, dass sich der Fließweg im Osten bildet, die Fläche durchquert und anschließend über den Sportplatz in Richtung der Schulgebäude fließt. Die Größe der Grünfläche beträgt circa 4 ha A_{MUR} , das zufließende Einzugsgebiet A_{EO} weist eine Größe von 5,8 ha auf. Mit einem Quotienten von 14 hat diese Fläche eine hohe hydraulische Wirksamkeit.

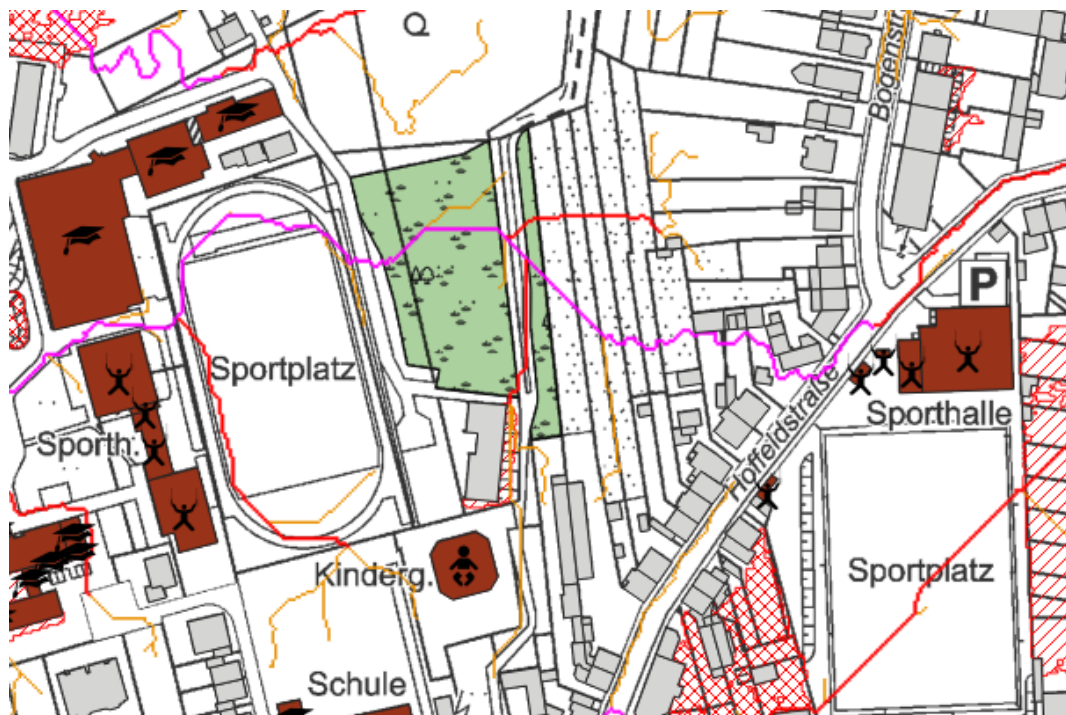


Abb. 4-3: Darstellung möglicher multifunktionaler Fläche

Die Ausweisung von potenziellen multifunktionalen Flächen wurde für Flächen mit mittlerer bis hoher Effektivität ($A_{EO}/A_{MUR} < 60$) vorgenommen. Dabei ergaben sich im Stadtgebiet 28 potenzielle Standorte für multifunktionale Flächen. Die Flächen sind in dem Kartensatz „Handlungskonzept Flächenvorsorge“ dargestellt. In weiteren Stufen sind diese Flächen auf ihre Flächenverfügbarkeit und technische Umsetzbarkeit gesondert zu prüfen.

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 geringfügig zu ergänzen. Daher wurden für den Themenbereich Verklausung von Durchlässen, Anfahbarkeit 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 mit angrenzender Bebauung



Kategorie 2: Stauvolumen abseits von Bebauung

Kategorie 1: Großes Stauvolumen (> 50 m³) 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 Stadtgebiet konnten 30 Durchlässe in diese Kategorie eingestuft werden.

Kategorie 2: Großes Stauvolumen (> 50 m³) 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 Dammbbruchs birgt. 29 Durchlässe dieser Kategorie konnten im Stadtgebiet identifiziert werden.

Die Lage der Durchlässe mit großem Stauvolumen ist in den Fachkarten Nr.08 dargestellt.

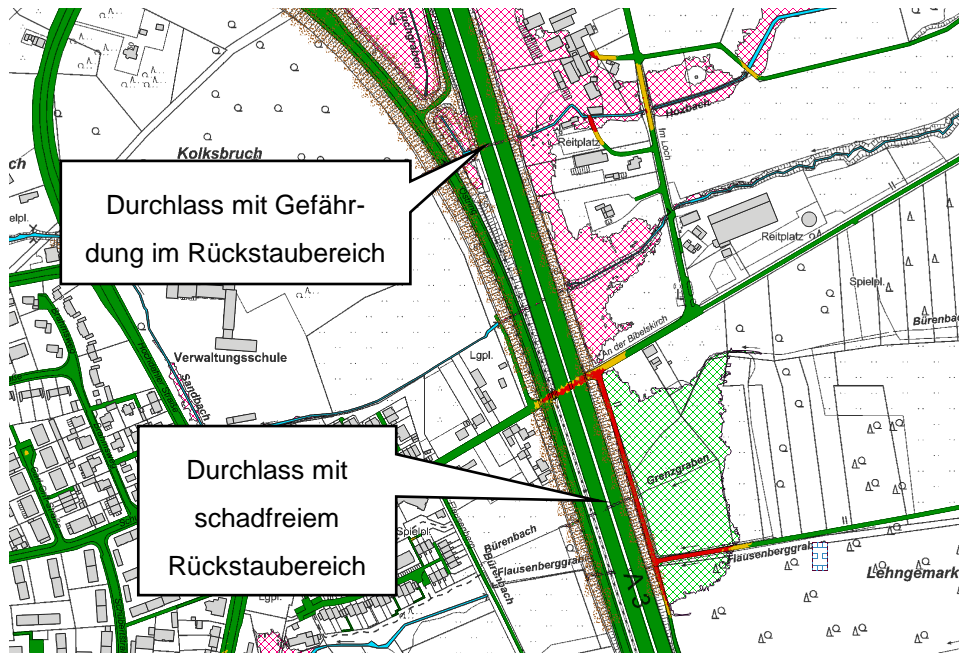


Abb. 4-4: Darstellung des Rückstaubereichs vor Durchlässen

Abb. 4-4 stellt einen Ausschnitt aus der Fachkarte dar. Die in Nord-Süd-Richtung verlaufende Autobahn A3 stellt durch ihre weitestgehend erhöhte Lage eine durchgehende Barriere dar. Für die aus den östlichen Einzugsgebieten zufließenden Gewässer bilden sich vor den Durchlässen weite Rückstaubereiche. Im nördlichen Bereich liegt im Rückstaubereich des Durchlasses am Hoxbach ein Reiterhof. Im Falle einer Verklauung kann es durch weitreichenden Rückstau zu einer Gefährdung der Gebäude kommen. Weiter südlich bildet sich am Bürenbach hingegen ein schadfreier Rückstau aus.

4.3.2. Einstau von Verkehrswegen

Für den schnellen zielgerichteten Einsatz von Hilfskräften (THW, Feuerwehr etc.) ist die Anfahrbarkeit der Einsatzpunkte in 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 Wattiefe 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 50 cm, kann von einem temporären Einstau ausgegangen werden. Bleibt der Einstau von über 50 cm auch nach dem Ende des 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.

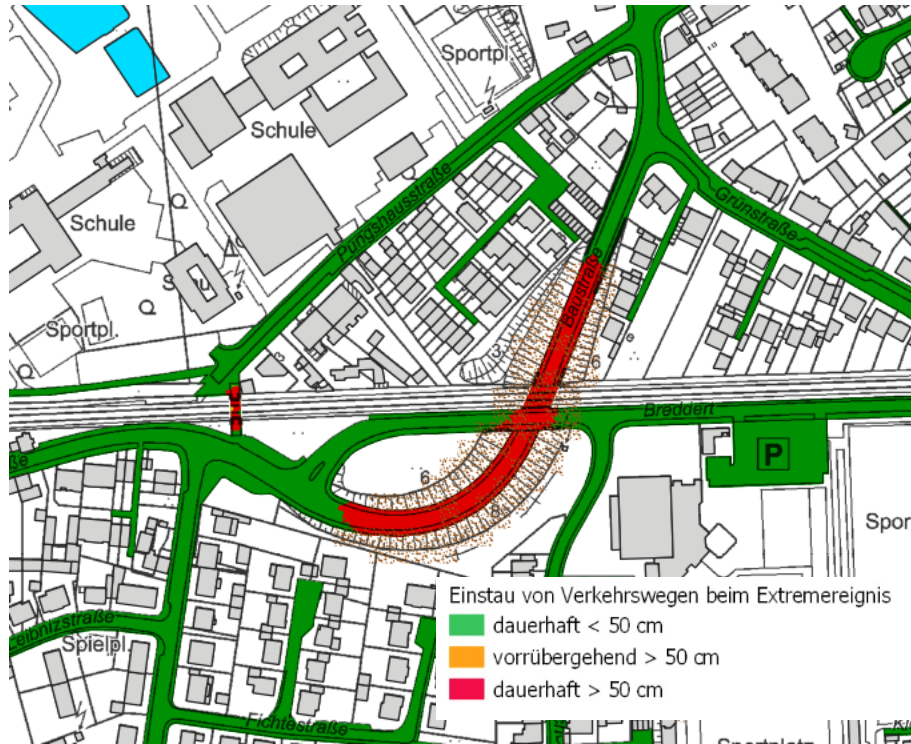


Abb. 4-5: Darstellung Einstausituation der Verbindungstraßen / Anfahrwege

Der Kartenausschnitt zeigt die Baustraße an der Bahnunterführung, die im Starkregenfall mit Wasser geflutet wird und auch für Einsatzfahrzeuge nicht passierbar ist. Weiterhin erkennbar ist ein Einstau der Unterführung zwischen Baustraße und Pungshausstraße, der im Starkregenfall durch zuströmenden Wasser eine Gefährdung darstellt.

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 LESchV) nur die Flächen mit hoher Erosivität ausgewertet und in den Karten als ergänzende Information dargestellt. Aufgrund der flachen Topographie ist für den Großteil der Flächen keine hohe Erosionsgefahr anhand

Hangneigung und Erodierbarkeit des Oberbodens ausgewiesen. Gefährdete Bereiche beschränken sich überwiegend auf Böschungsbereiche.

Die Analyse nach der LESchV beinhaltet keinen Faktor zur Bewuchssituation. Starker Bewuchs kann die tatsächliche Erosionsgefahr erheblich verringern, dabei spielt 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.

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 Objekten mit kritischer Infrastruktur

Im Handlungskonzept der Stadt Hilden ist der Einsatz aller o. g. Maßnahmen prinzipiell möglich, wobei insbesondere zwischen inner- und außerstädtischen Maßnahmen unterschieden werden kann.

Geprägt ist die Stadt durch die relativ geschlossene Stadtstruktur mit einer geringen Verfügbarkeit von Freiflächen. Im Kernstadtgebiet sollten bevorzugte Maßnahmen daher darauf abzielen das Oberflächenwasser geordnet bereits im Straßenraum zwischenzuspeichern oder möglichst schadarm in Gewässer und auf verfügbare schadfreie Freiflächen abzuleiten. 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.

Prägend sind zudem die kleineren Gewässer, welche die Stadt von Ost nach West durchqueren und oftmals im städtischen wenig Raum für Überflutungsflächen besitzen. Es ist daher bereits erforderlich Wasser im Außenbereich in der Fläche zurückzuhalten, um Abflussspitzen zu reduzieren. Natürliche Mulden und künstliche Rückhalteräume sollten erhalten und erweitert werden.

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; Praxisleitfaden 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 Infrastruktureinrichtungen
- Nutzung multifunktionaler Flächen
- Einsatz dezentraler Maßnahmen in Außengebieten durch land-/ forstwirtschaftliche Praxis
-

5.1. Rückhaltung und Ableitung von Außengebietswasser

Aufgrund der flachen Topographie bieten Rückhalt und Ableitung von Außengebietswasser vor allem im außerstädtischen Raum Potentiale, um Abflüsse vom städtischen Raum fern zu halten. Zum Rückhalt bieten sich insbesondere Flächen vor den höher gelegenen Dammlagen der Verkehrswege an. Ggf. ist außerdem die Entflechtung von Bachwasser und Kanalnetz eine Möglichkeit zur Entspannung der hydraulischen Situation im Innenstadtbereich. Dabei sind insbesondere die Zuläufe von Verrohrungen hydraulisch günstig zu gestalten oder mit raumgreifenden Rechen zu versehen.

5.2. Abflussrelevante Gewässer bei Starkregenereignissen

Von besonderer Relevanz sind im Starkregenfall kleinere Gewässer, die hydraulisch stark beansprucht werden und innerhalb kurzer Zeit schnell „anspringen“, wie sich beispielsweise am Biesenbach und Garather Mühlenbach zeigt. 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. Die HW-Abflüsse, insbesondere an der Itter führen bei Extremhochwasser weiterhin zu weitflächigen Überflutungen im innerstädtischen Bereich (Abb. 5-1).



Abb. 5-1: Hochwassergefahrenkarte nach HWRMRL (HQ Extrem)

5.3. Siedlungsentwässerung

Bauliche Maßnahmen, die den Zufluss ins Kanalnetz entlasten sollen, zielen auf die Verringerung des Versiegelungsgrades 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 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 als Notwasserwege 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 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 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. Sie könne vor allem im dicht besiedelten Innenstadtbereich eine bedeutende Pufferfunktion bieten. 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 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. Die möglichen Auswirkungen auf Vegetation und Ökosysteme sind hierbei zu berücksichtigen. Im Rahmen einer wassersensiblen Stadtentwicklung können diese Flächen eine positive Wirkung auf das Stadtklima in Hitzeperioden besitzen.

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 hohe Fließgeschwindigkeiten, die dynamische Druck- und Zugkräfte auf Gebäude erhöhen und ebenfalls eine Gefahr für Personen darstellen.

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) realisierbar sind. Dies kann auch nachträglich z. B durch sinnvolle Notwasserwege in Privatgärten erfolgen.



Abb. 5-2: "Pflanzmauern" zur Lenkung von Oberflächenabfluss (Beispiel)

Weitergehende Maßnahmen sind im Rahmen des baulichen Objektschutzes individuell zu ergreifen. Dabei ist durch die entsprechende Gestaltung von Vorsorgemaßnahmen auf dem Grundstück oder an dem Objekt selbst gut geeignet, um Niederschlagswasser bei Überlastung der Kanalisation schadfrei zur Vorflut abzuleiten bzw. das Wasser zurückzuhalten. Denn auch bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen bleibt eine Restgefährdung für die Gebäude bestehen.

Für die Bewohner der privaten Wohnbebauung gilt die Empfehlung zur Eigenvorsorge. Auch hier gilt als oberstes Ziel das Wasser vom Gebäude weg zu halten. Hier sind im Besonderen die muldenlagigen Grundstücke im Stadtgebiet betroffen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt dafür einige Möglichkeiten schematisch auf. Für den expliziten Objektschutz sind neben Rückstauklappen vor allem die hochwasserangepasste Ausführung der Gebäudeöffnungen wichtig (vgl. Abb. 5-4).

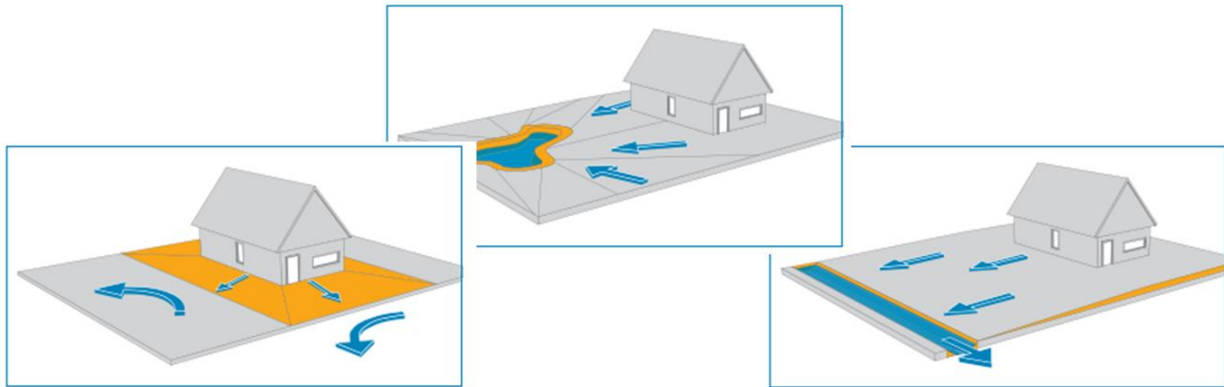


Abb. 5-3: Empfehlungen für die private Eigenvorsorge (StEB Köln)

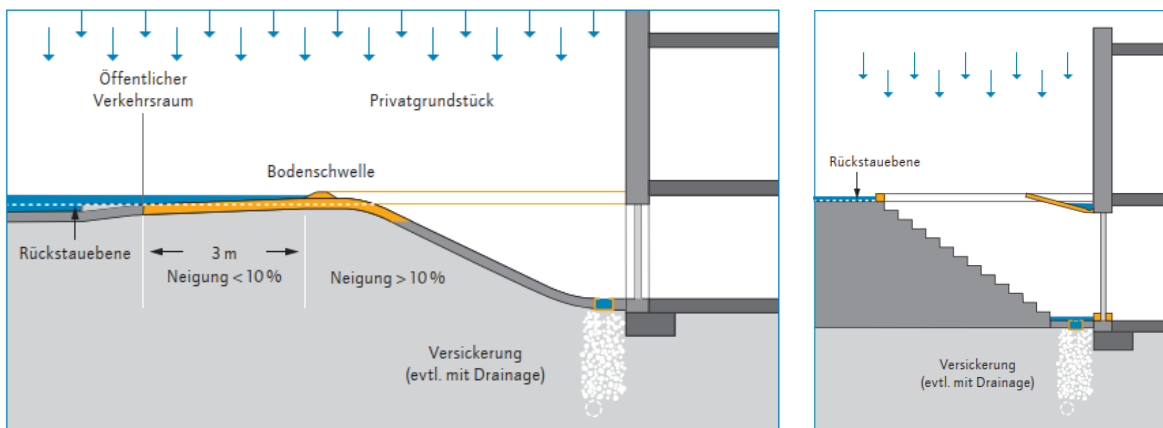


Abb. 5-4: Sicherung der Wassereintrittswege in ein Gebäude (StEB Köln)

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. 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?

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 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. 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 der Forstwirtschaft kommt eine besondere Rolle zu. 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 Entwicklung des Auwalds in Überflutungsbereichen, die Erhaltung der Waldfläche allgemein, der Umbau von Nadelbaureinbeständen in stabile, naturnahe und klimatolerante Mischwälder, die Revitalisierung von Auwäldern sowie die Anlage von Tümpeln und Feuchtbiotopen. Die abflussschwächende Wirkung vom Wald stößt bei sehr starken Niederschlägen allerdings auch an ihre Grenzen (Wassersättigung des Bodens).

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 Stadt Hilden 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 (Karten 01 bis 03) zeigen die Überflutungsausdehnung anhand der Kenndaten

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

Damit wurde die Überflutungsgefährdung für alle Gebäude anhand von drei Lastfällen (Szenarien 1, 2 und 3) ermittelt. Durch Verschneidung mit dem Schadenspotenzial der einzelnen Objekte ergibt sich das spezifische Risiko für eine Betroffenheit bei Starkregenabfluss (Karten 04 bis 06).

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 alleine durch die öffentliche Hand gewährleistet werden. Jeder Bürger sollte sich sein Grundstück kritisch anschauen und sich ggfs. zum Objektschutz von Fachleuten beraten lassen. Hierbei sind unter anderem die Kriterien, Rückstauschutz aus dem Kanalnetz, Oberflächenwasser, oberhalb liegende Flächen und Grundwasser usw. mit einzubeziehen.

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 Rückhaltmaßnahmen ermittelt (Karte 07).

Im Sinne des Krisenmanagements wurde die Anfahrbarkeit von Einsatzpunkten anhand von Einstau der Verbindungswege analysiert. Des Weiteren wurden die potenziellen Gefahrenpunkte bei Verklauung von Durchlässen analysiert. In diesem Zusammenhang ist auch die Darstellung von erosionsgefährdeten landwirtschaftlichen Flächen als ergänzende Information in den Karten dargestellt (Karte 08).

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

7. Literaturverzeichnis

- [1] Schmitt, T. G.: Starkregenindex zur Kommunikation von Überflutungsursachen und Risiken, KA – Korrespondenz Abwasser 2014, 61 (8), 681–687
- [2] Stadtentwässerungsbetriebe Köln (StEB Köln): Wassersensibel planen und bauen in Köln, Leitfaden zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten.
- [3] DWA: Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge – DWA T1/2013
- [4] MUNLV 2018: Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement, Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW
- [5] Stadtentwässerungsbetriebe Köln (StEB Köln): MURIEL – Multifunktionale Retentionsflächen

Starkregenrisikomanagement Hilden

Lokales Ereignis
Stadt → Land → Fluss
Überall möglich



Inhaltsverzeichnis

- 1. Einführung Starkregen**
- 2. Gefahrenkarte**
- 3. Risikokarte**
- 4. Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)**
- 5. Handlungskonzept**

Starkregenereignisse

Braunsbach Mai 2016



Simbach Juni 2016



Wuppertal 2018



Leichlingen Juni 2018

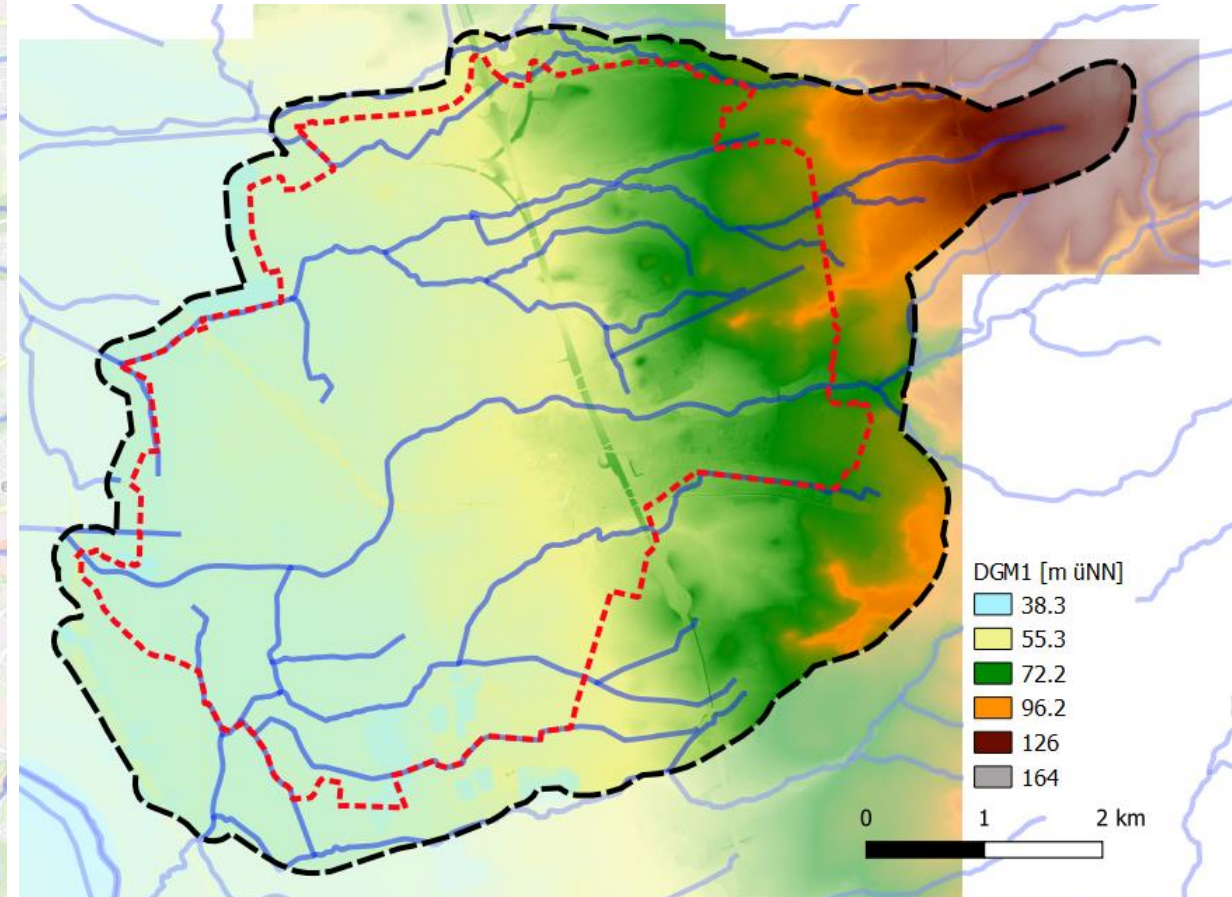
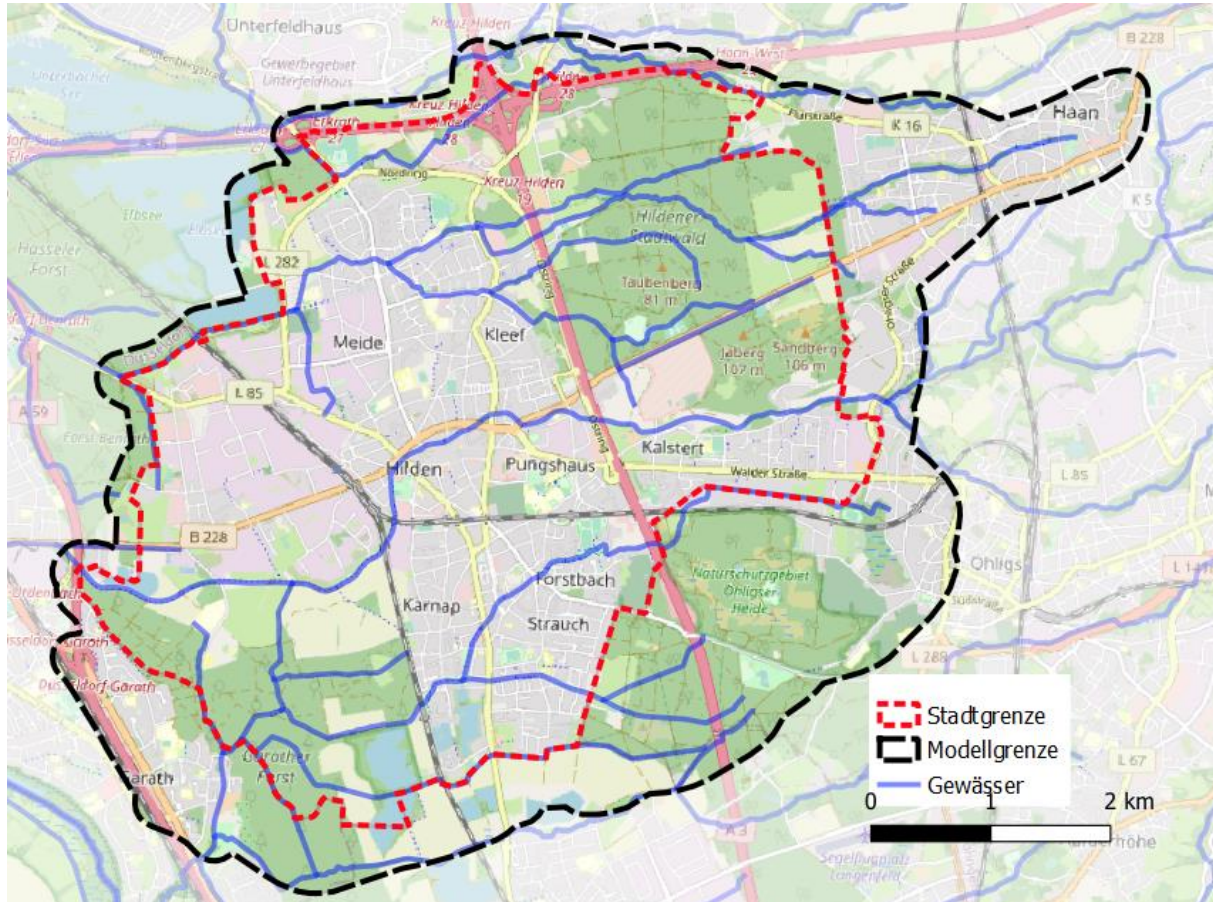


Übersicht Modellgebiet

Stadtgebiet: 25,95 km²

Modellgebiet - Hydrologisches EZG ca. 42 km²

Einwohner ca. 55 000



KOSTRA DWD 2010R

Szenario 3:

Extremereignis. Ein Blockregen mit 90 mm Niederschlag in 60 Minuten.

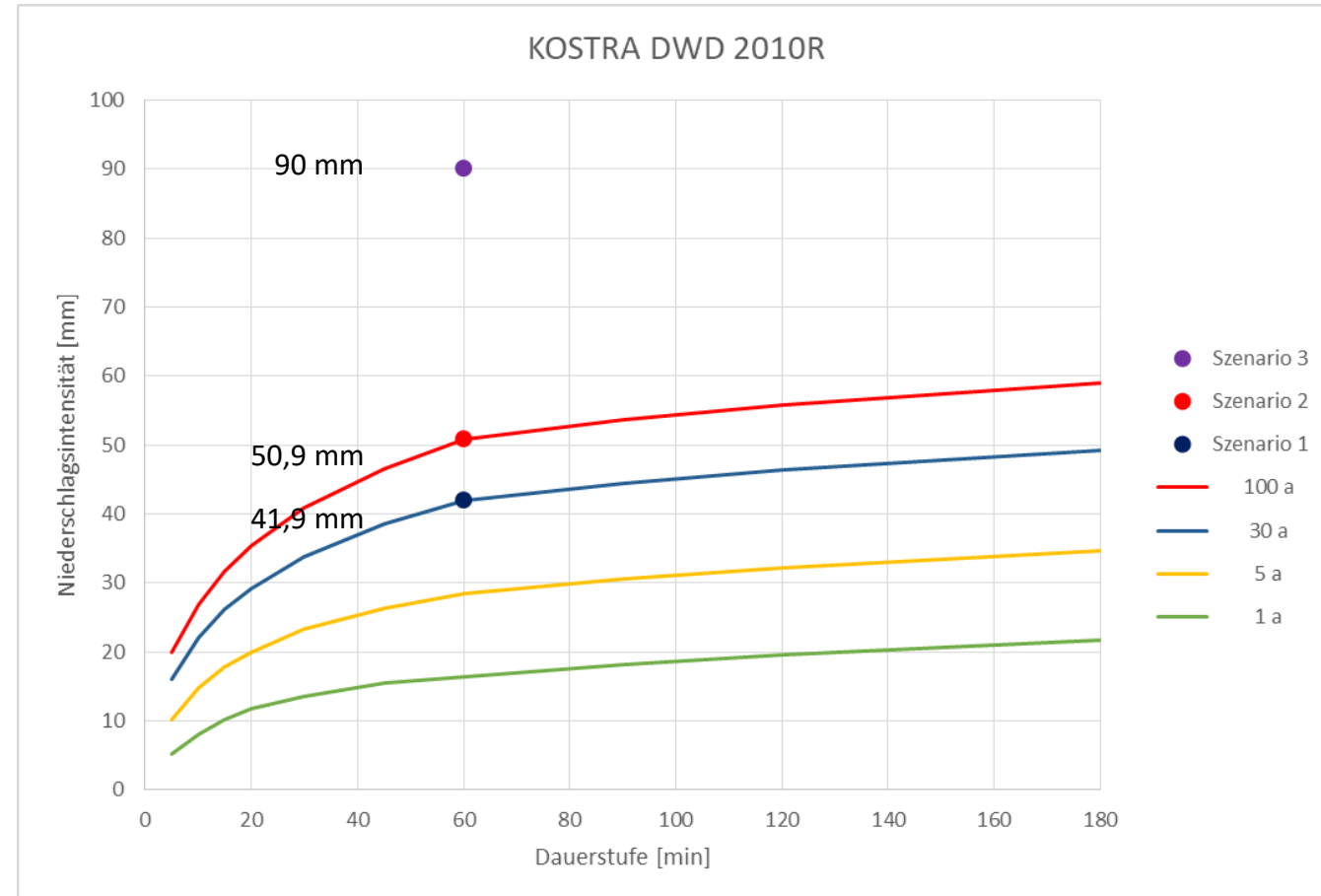
Szenario 2:

KOSTRA Modellregen mit der Dauerstufe 60 min, Wiederkehrhäufigkeit 100 jährlich.

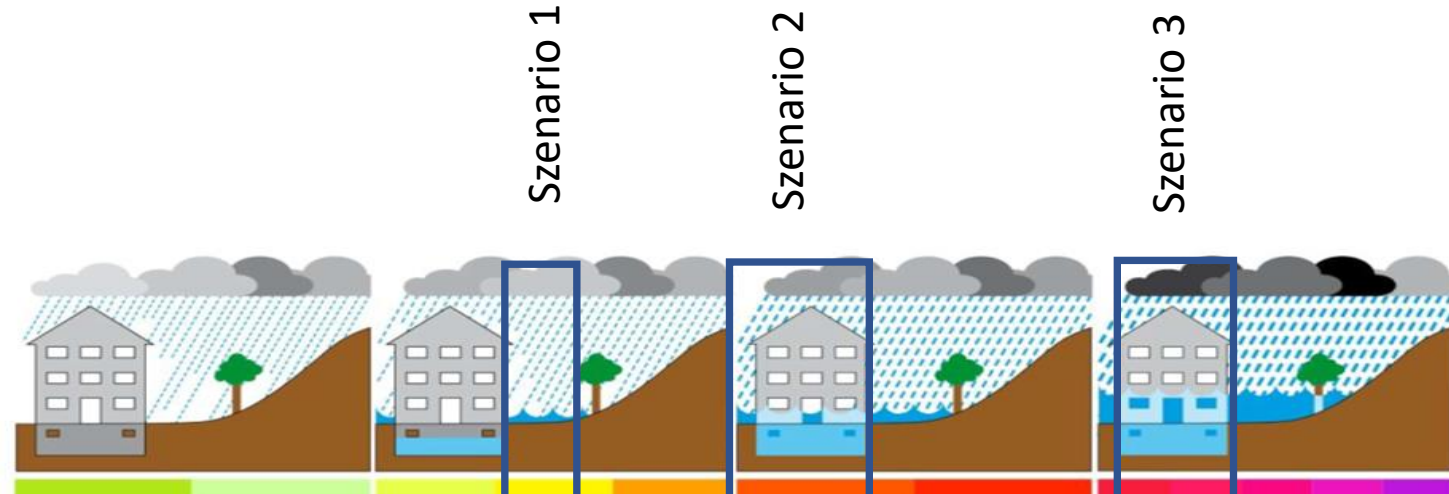
Szenario 1:

KOSTRA Modellregen mit der Dauerstufe 60 min, Wiederkehrhäufigkeit 30 jährlich

Für alle Szenarien gekoppelte
Berechnung mit Kanalnetz (2D/1D)
60 min Regen + 60 min Nachlaufzeit



Starkregenindex

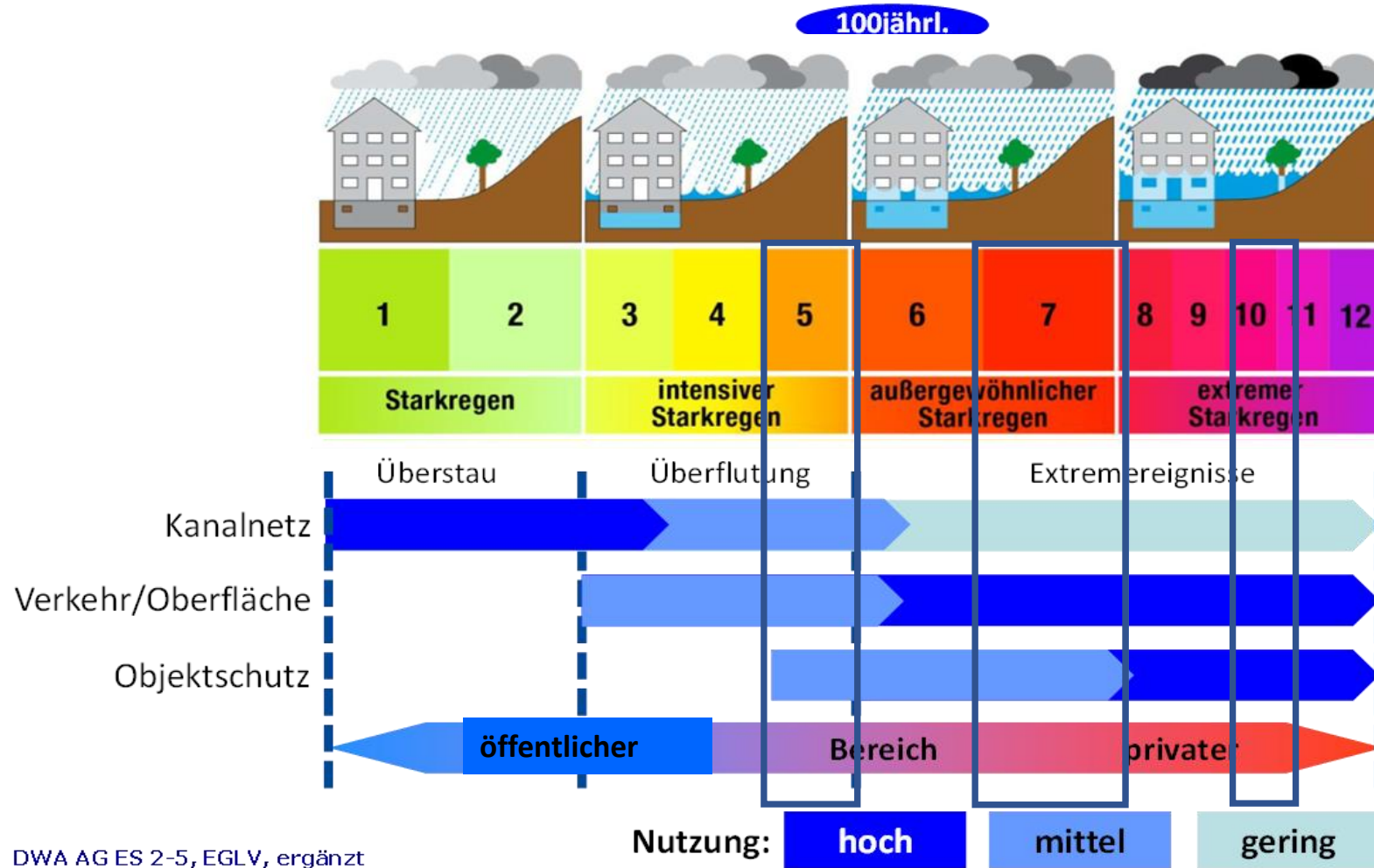


Szenario 1: KOSTRA N₃₀
 Szenario 2: KOSTRA N₁₀₀
 Szenario 3: Vorgabe

(41,9 mm in 60 min) = 41,9/50,9 = 0,8
 (50,9 mm in 60 min) = 50,9/50,9 = 1,0
 (90,0 mm in 60min) = 90/50,9 = 1,8

Wiederkehrzeit T _n [a]	1	2	3,3	5	10	20	25	33,3	50	100	> 100								
Kategorie	Starkregen				intensiver Starkregen			außergewöhnlicher Starkregen		extremer Starkregen									
Starkregenindex SRI [-]	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Erhöhungsfaktor [-]									1,00		1,20 - 1,39		1,40 - 1,59		1,60 - 2,19		2,20 - 2,79		≥ 2,80

Starkregenindex



DWA AG ES 2-5, EGLV, ergänzt

1. Einführung Starkregen

2. Gefahrenkarte

3. Risikokarte

4. Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)

5. Handlungskonzept

Starkregenkarten

GFK_Value	GFK	Schadenpot	Schadenspotenzial
Gartenhaus	1313	0	sehr gering
Scheune	2721	0	
Schuppen	2723	0	
Nach Quellenlage nicht zu spezifizieren	9998	0	
Forsthaus	1223	1	gering
Gebäude zur Freizeitgestaltung	1310	1	
Ferienhaus	1311	1	
Wochenendhaus	1312	1	
Kiosk	2055	1	
Schutzhütte	3281	1	
Touristisches Informationszentrum	3290	1	
Wohnhaus	1010	2	mittel
Wohnheim	1020	2	
Schwesternwohnheim	1023	2	
Studenten-, Schülerwohnheim	1024	2	
Schullandheim	1025	2	
Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnen	1100	2	
Wohngebäude mit Gemeinbedarf	1110	2	
Gebäude zur Abwasserbeseitigung	2610	3	
Gebäude der Kläranlage	2611	3	
Rathaus	3012	3	
Gebäude für Bildung und Forschung	3020	3	
Allgemein bildende Schule	3021	3	
Berufsbildende Schule	3022	3	

Starkregenkarten

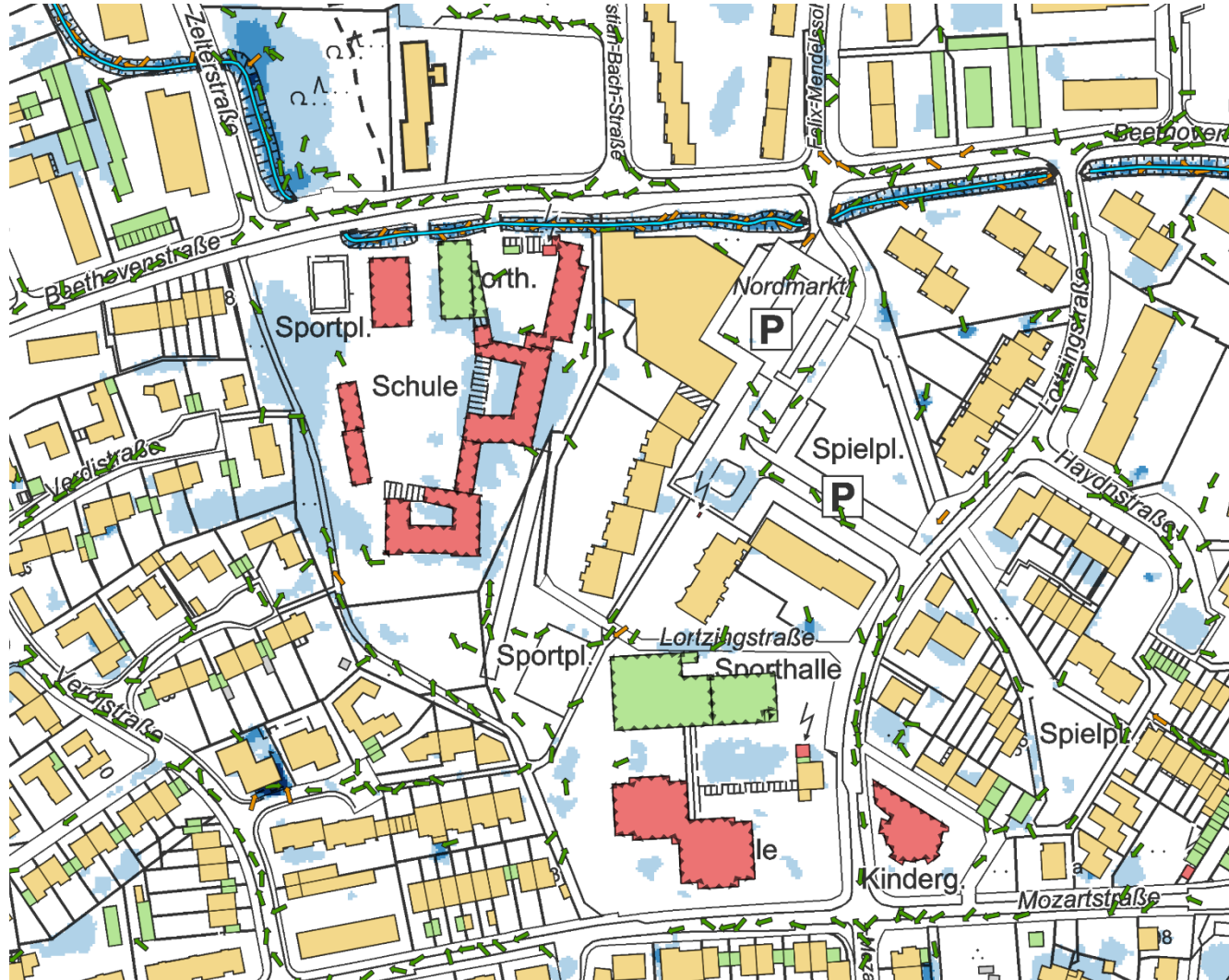
Fließgeschwindigkeit

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

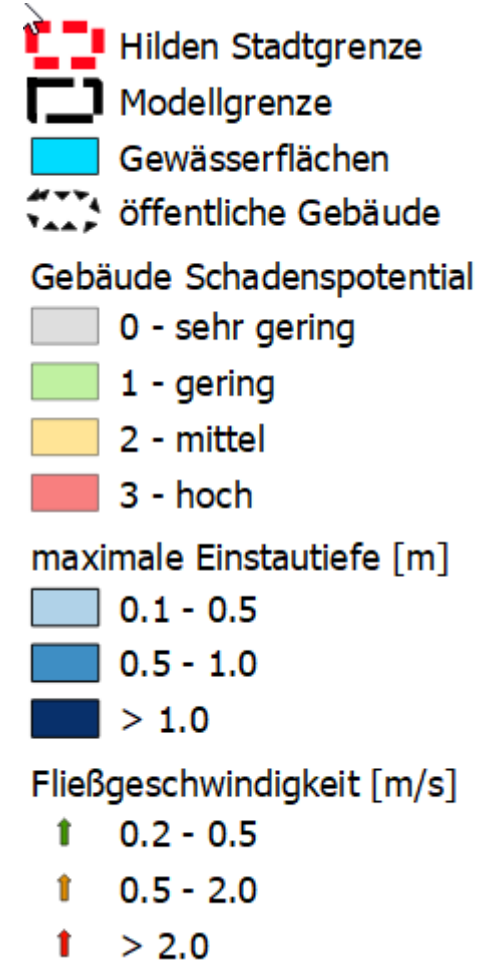
Überflutungstiefe

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für die menschliche Gesundheit	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
10 – 50 cm	<ul style="list-style-type: none"> vollaufende 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

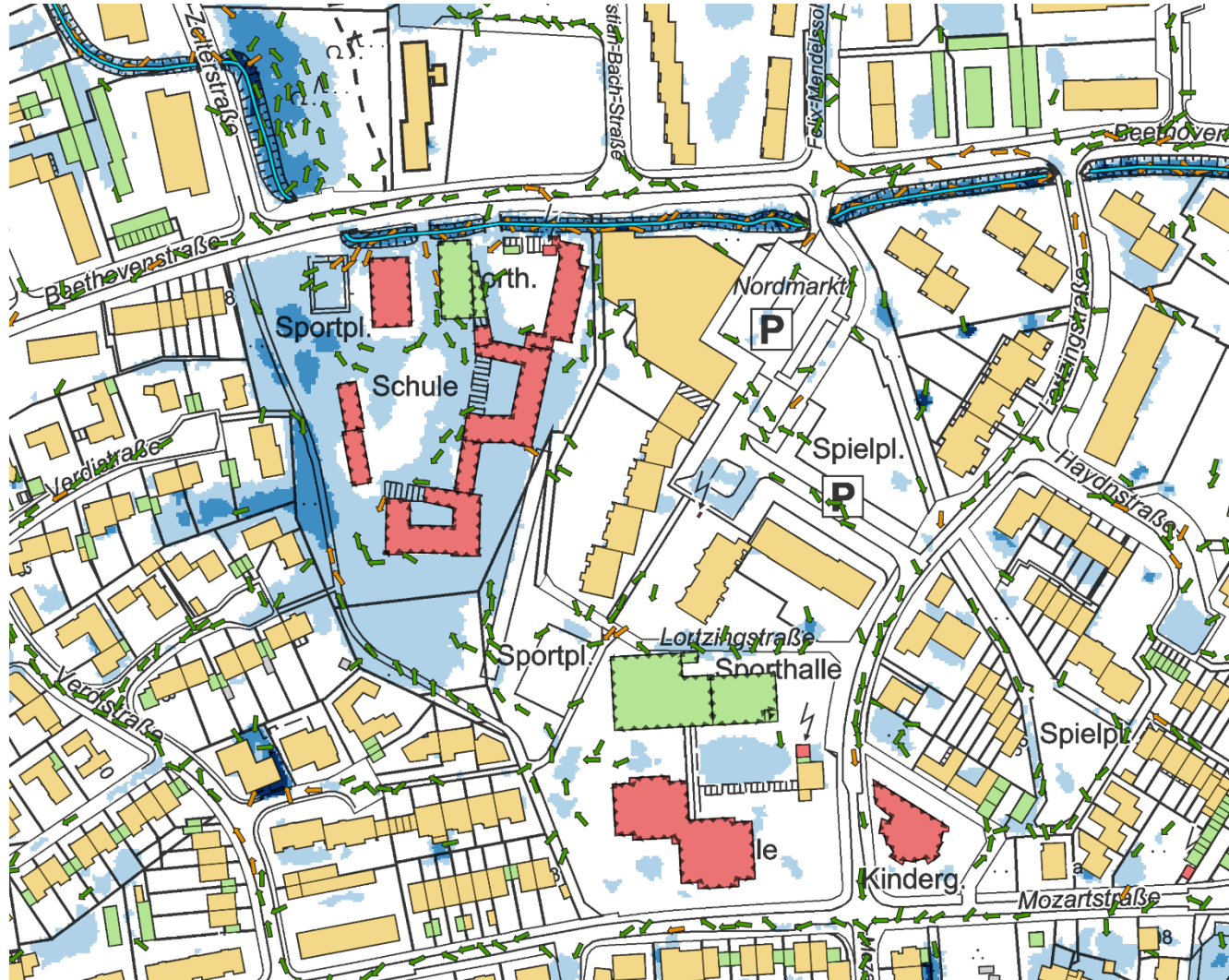
Gefahrenkarte Szenario 1

















Grundschulverband
Beethovenstraße

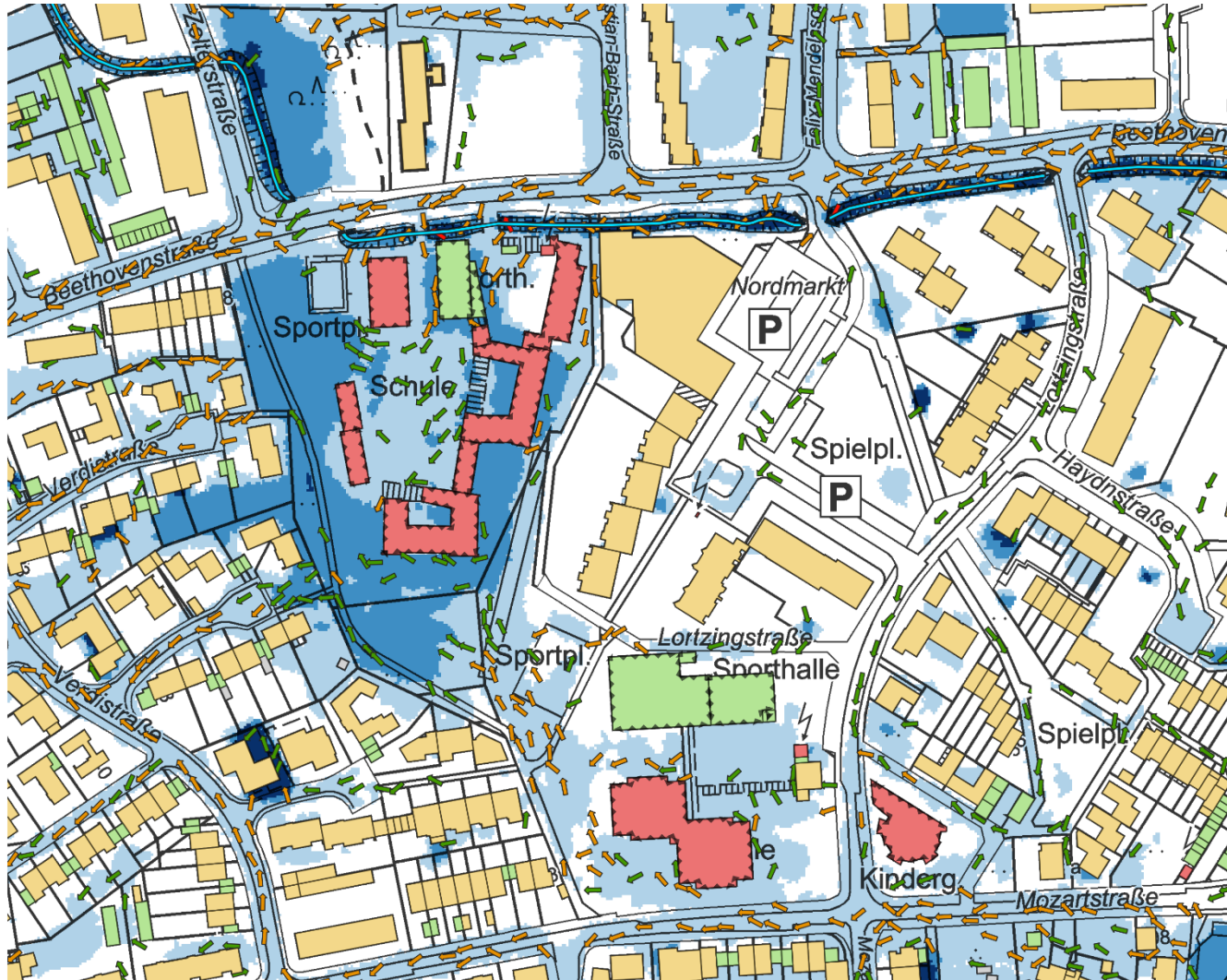
















Gefahrenkarte Szenario 2



-  Hilden Stadtgrenze
 -  Modellgrenze
 -  Gewässerflächen
 -  öffentliche Gebäude
- Gebäude Schadenspotential
-  0 - sehr gering
 -  1 - gering
 -  2 - mittel
 -  3 - hoch
- maximale Einstautiefe [m]
-  0.1 - 0.5
 -  0.5 - 1.0
 -  > 1.0
- Fließgeschwindigkeit [m/s]
-  0.2 - 0.5
 -  0.5 - 2.0
 -  > 2.0

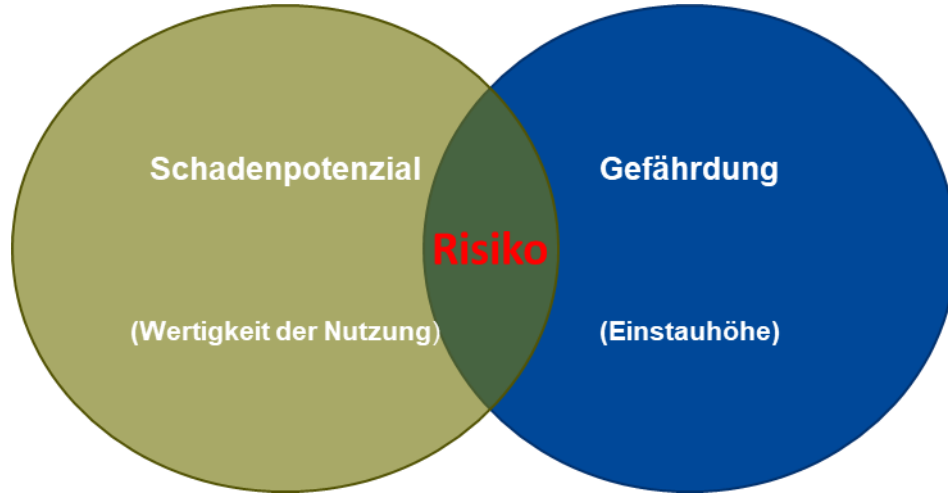
Gefahrenkarte Szenario 3



-  Hilden Stadtgrenze
-  Modellgrenze
-  Gewässerflächen
-  öffentliche Gebäude
- Gebäude Schadenspotential**
-  0 - sehr gering
-  1 - gering
-  2 - mittel
-  3 - hoch
- maximale Einstautiefe [m]**
-  0.1 - 0.5
-  0.5 - 1.0
-  > 1.0
- Fließgeschwindigkeit [m/s]**
-  0.2 - 0.5
-  0.5 - 2.0
-  > 2.0

1. Einführung Starkregen
2. Gefahrenkarte
3. Risikokarte
4. Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)
5. Handlungskonzept

Auswertung Risiko



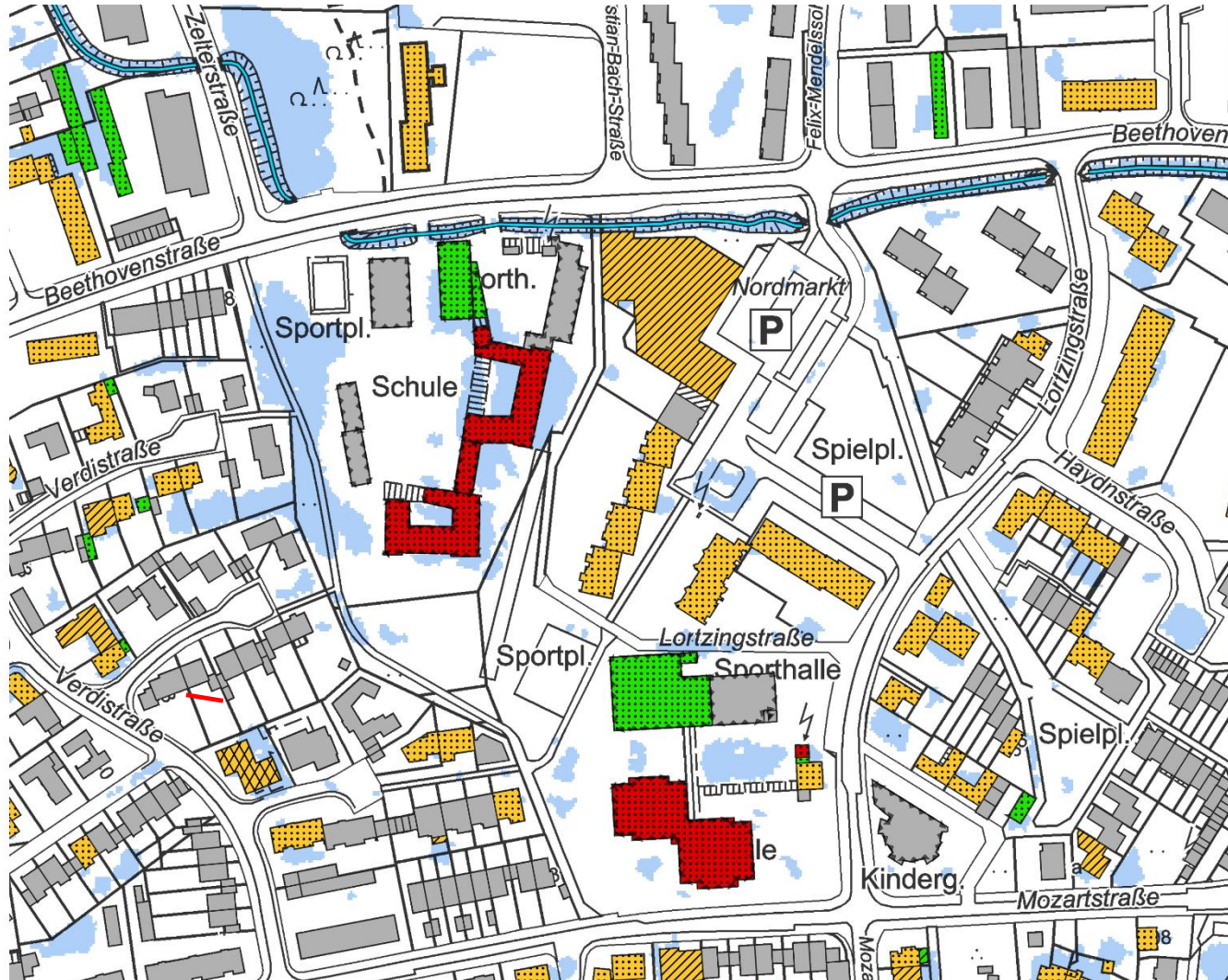
RISIKO

		Gebäudegefährdung		
		gering	mittel	hoch
Gebäude Schadenspo- tenzial	gering	gering	gering	mittel
	mittel	gering	mittel	hoch
	hoch	mittel	hoch	hoch

		gering	mittel	hoch
		0,1 - 0,5	0,5 - 1,0	>1,0

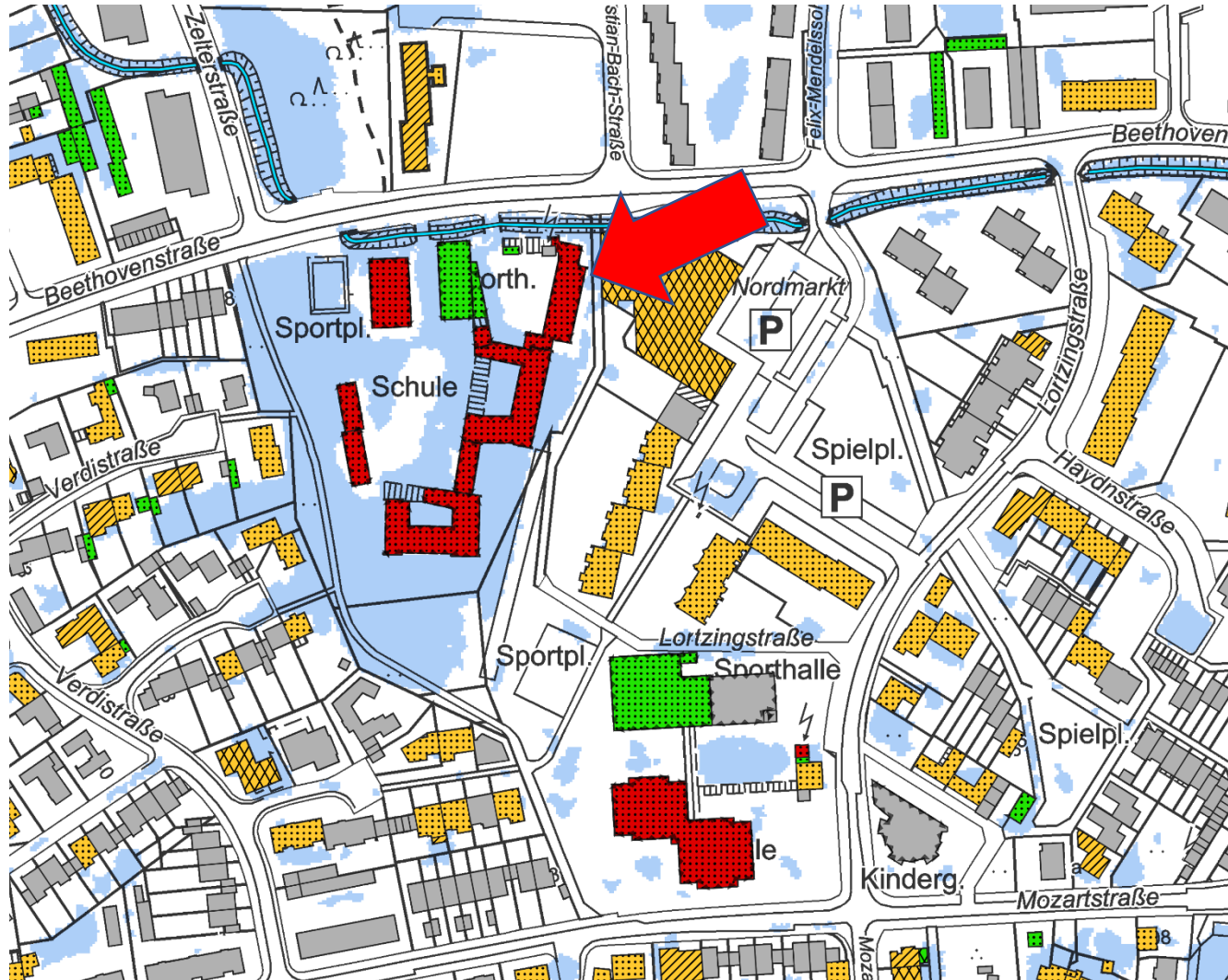


Risikokarte Szenario1



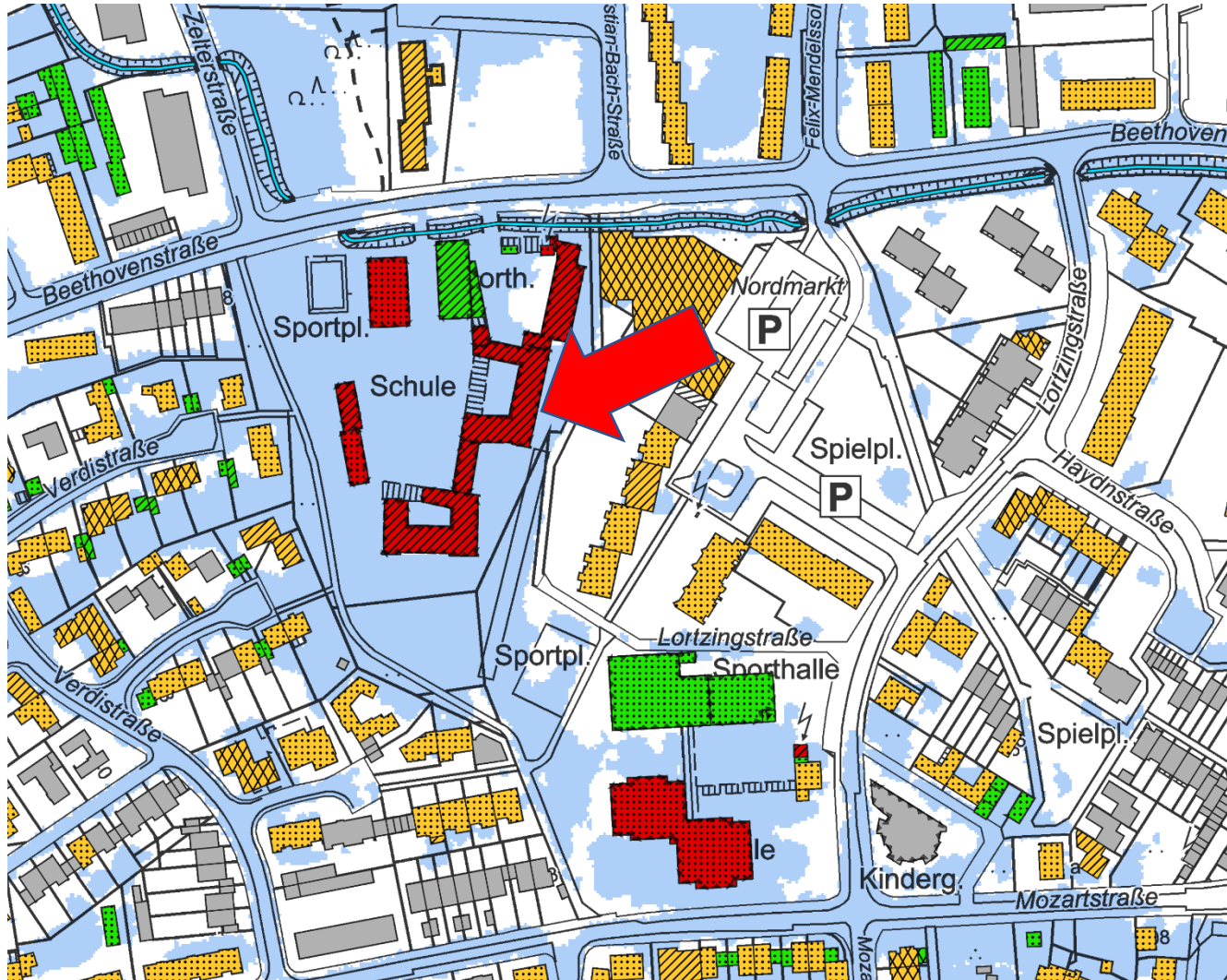
- maximale Überflutungsausdehnung
- Gewässer
- Gebäude Schadenspotential**
- 1 - gering
- 2 - mittel
- 3 - hoch
- Gebäudegefährdung**
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- > 1.0
- Kein Risiko

Risikokarte Szenario2



- maximale Überflutungsausdehnung
- Gewässer
- Gebäude Schadenspotential**
- 1 - gering
- 2 - mittel
- 3 - hoch
- Gebäudegefährdung**
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- > 1.0
- Kein Risiko

Risikokarte Szenario3



Überflutung Juli (Foto Stadt Hilden)

- maximale Überflutungsausdehnung
- Gewässer
- Gebäude Schadenspotential**
- 1 - gering
- 2 - mittel
- 3 - hoch
- Gebäudegefährdung**
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- > 1.0
- Kein Risiko

1. Einführung Starkregen
2. Gefahrenkarte
3. Risikokarte
4. Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)
5. Handlungskonzept

Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)

Ergebnis Risikocheckliste :

87 von 403 öffentliche Gebäude

Mit Einstau > 0,5 m




















Bei Szenario 3

Erhebungsbedarf

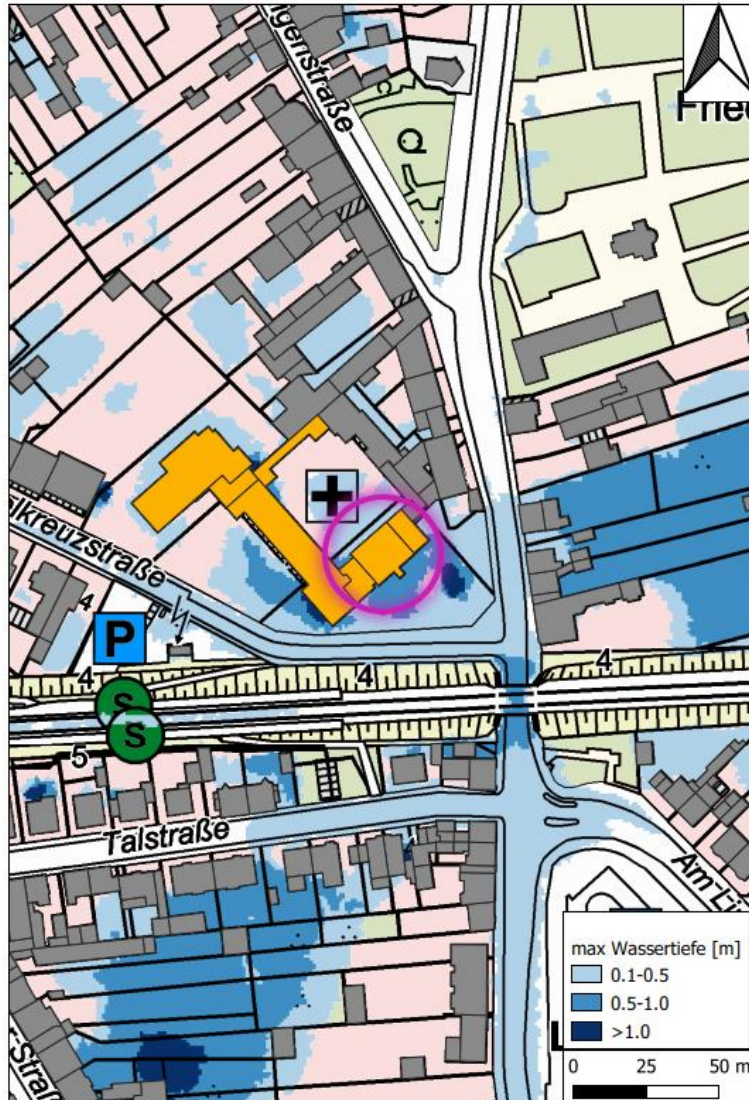
bzw.

Handlungsbedarf

Nutzung öffentlicher Gebäude

-  Asylbewerberheim
-  Bibliothek, Bücherei
-  Feuerwehr
-  Freizeit-, Vereinsheim, Dorfgemeinschafts-, Bürgerhaus
-  Friedhofsgebäude
-  Gebäude für Bildung und Forschung
-  Gebäude für Gesundheitswesen
-  Gebäude für öffentliche Zwecke
-  Gebäude für religiöse Zwecke
-  Gebäude für soziale Zwecke
-  Gebäude für Sportzwecke
-  Schwimmbad
-  Kaserne
-  Kinderkrippe, Kindergarten, Kindertagesstätte
-  Moschee
-  Museum
-  Polizei
-  Veranstaltungsgebäude
-  ? Nach Quellenlage nicht zu spezifizieren

Risikocheckliste Hagelkreuzstraße 37 | Objekt 38 von 87



Anhang Risikocheckliste

1. Daten zum Objekt:

Stadt	Hilden
Name	
Objekttyp	Krankenhaus
Adresse	Hagelkreuzstraße 37
Koordinaten X Y	355882 5670107

2. Betroffenheit des Objektes:

Starkregenszenario	Wasserstand in m	Fließgeschwindigkeit in m/s
1	0.61	0.53
2	0.77	0.58
3	0.95	0.54

Hochwassergefahrenkarten	Wasserstand in m	Fließgeschwindigkeit in m/s
HQ häufig	0	0
HQ 100	0	0
HQ extrem	0	0

3. Betroffenheit bei ablaufendem Hochwasser?

Datum Hochwasserereignis	Beschreibung der Betroffenheit und Schäden

Von Fischer Teamplan ausgefüllt

Risikocheckliste

4. Beschreibung des Risikos für und auf Grund des Objektes:

Art des Risikos	Kurze Beschreibung
Risiko für Personen im Objekt	
Risiko für hohe Sachwerte (Ausstattung)	
Risiko für das Objekt (Bausubstanz ggf. auch Auftrieb)	
Risiko durch Funktionsausfall (z.B. Versorger, Strom, Gas, Wasser)	
Risiko ausgehend vom Objekt (z.B. wassergefährdende Stoffe)	

5. Wassereintritt ins Gebäude:

Wassereintritt ins Gebäude:	Kurze Beschreibung
Kellerfenster (UG)	
Türen (EG)	
Erdgeschossfußbodenöhe in m+NN	
Rückstausicherungen gegen Wassereintritt aus dem Kanalnetz vorhanden?	
Sind (nicht abgedichtet) Rohrdurchlässe bekannt?	
Sonstiges	

6. Hochwassergefährdete Personen und Ausstattung (Erläuterung siehe ggf. Beiblatt)

Hochwassergefährdete Personen und Ausstattung	Stockwerk	Gefährdungspotenzial (Was kann passieren?)	HW-Schutz vorhanden? (Kurze Beschreibung)
Gefährdete Personen	UG		
Gefährdete Personen	EG		
Heizung (Art)			
Elektroinstallationen			
TV, Zentrale u.Ä.			
Sonstige Schadenspotenziale, gefährdete Ausstattung			

7. Gibt es an/in dem Objekt HW-Schutzmaßnahmen? (Erläuterungen siehe ggf. Beiblatt)

Art des Schutzes	Zuständigkeit Planung	Zuständigkeit Ausführung	Schutz ab welchem Szenario?
Objektspezifischer Einsatzplan/ Gefahrenabwehrplan			
Mobiler Schutz			
Feste Schutzanlagen			
Räumung/ Evakuierungsplan			
Ist die HW-Gefahr in Feuerwehrlaufkarten enthalten			

Sonstige Bemerkungen:

1. Einführung Starkregen
2. Gefahrenkarte
3. Risikokarte
4. Risikocheckliste (öffentliche Gebäude)
5. Handlungskonzept

Handlungskonzept Flächenvorsorge | Geländemulden

Mulden

Fließweg < 1ha

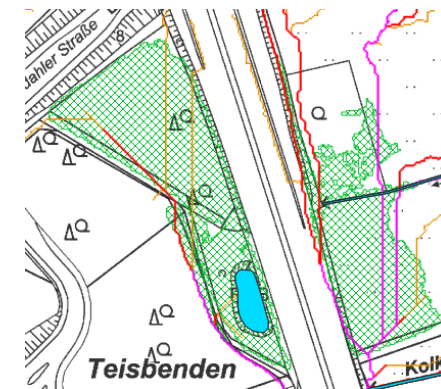
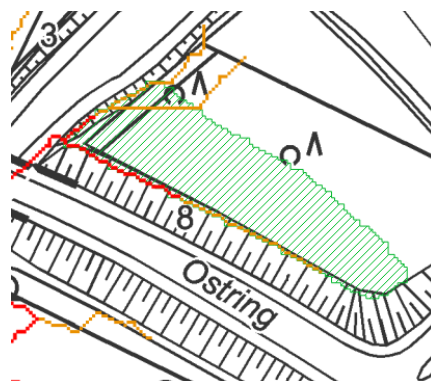
Fließweg > 1ha

Mit angrenzender
Bebauung

Abseits von
Bebauung

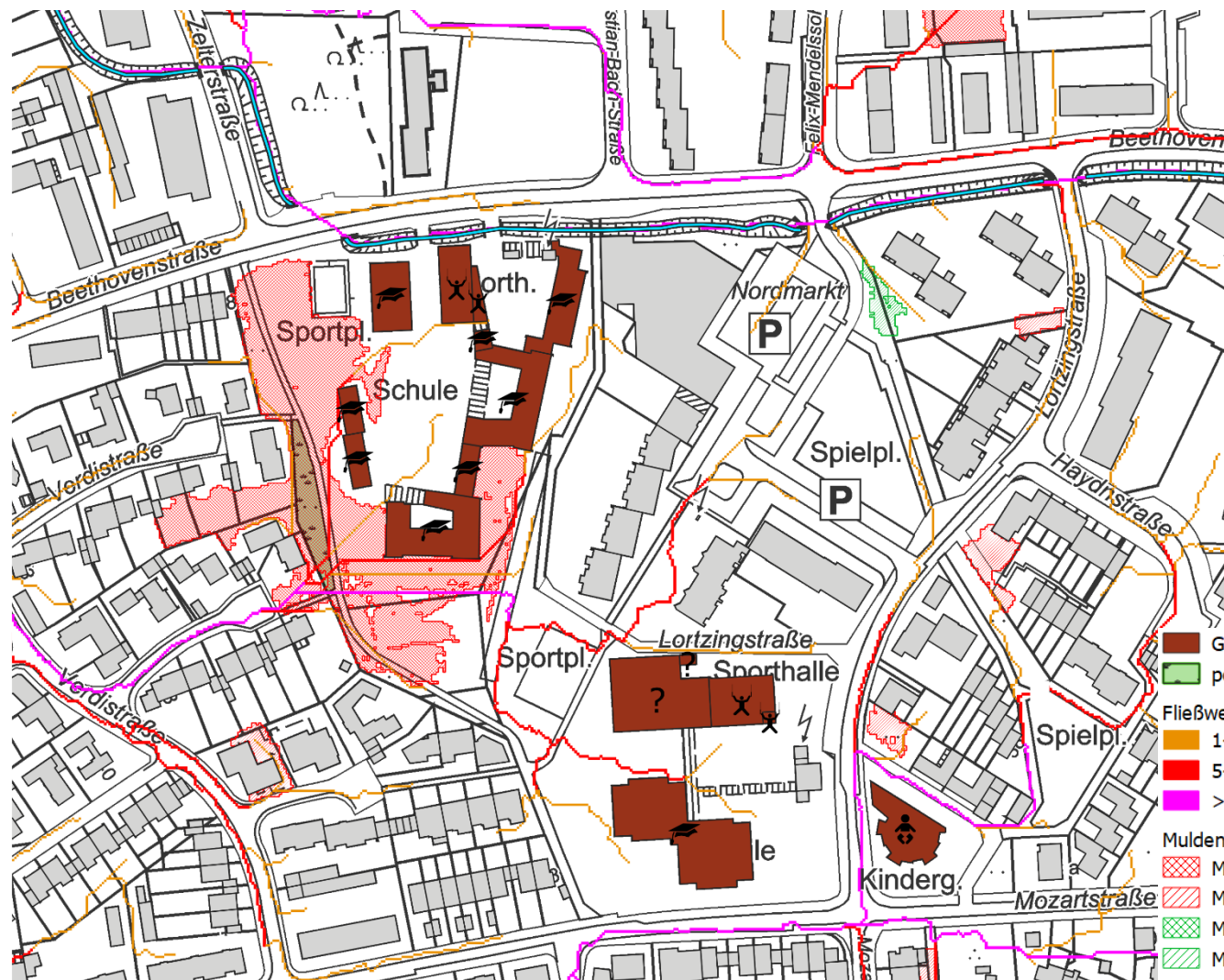
Mit angrenzender
Bebauung

Abseits von
Bebauung



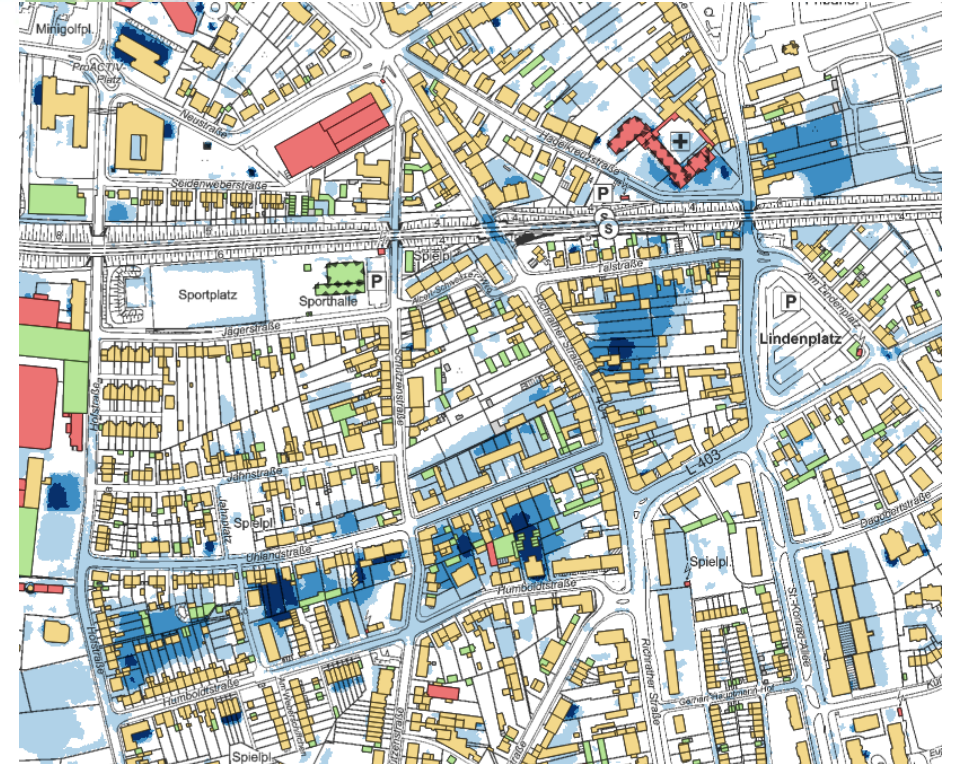
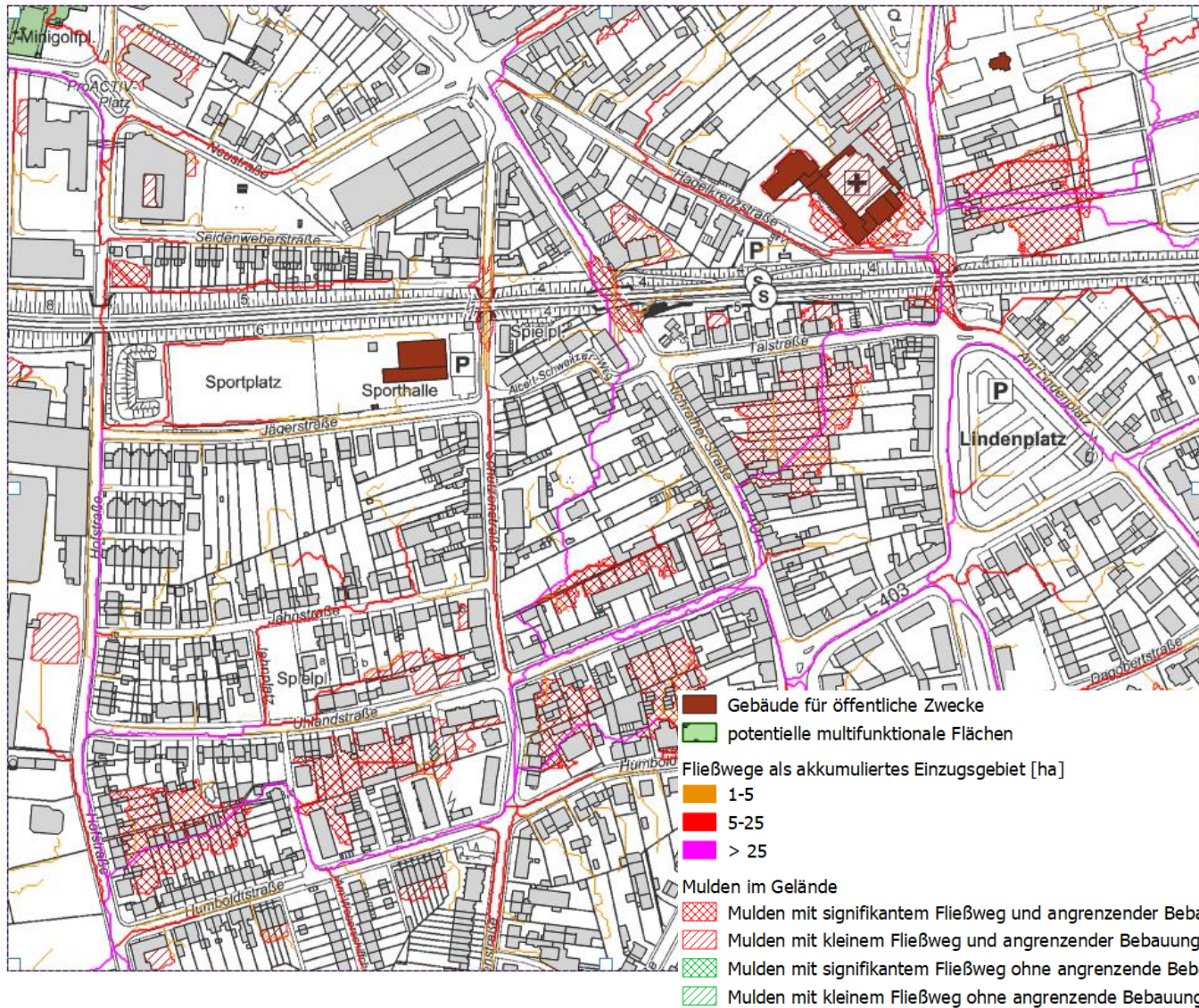
Handlungskonzept Flächenvorsorge | Mulden

Gefahrenkarte Sz2



- Gebäude für öffentliche Zwecke
- potentielle multifunktionale Flächen
- Fließwege als akkumuliertes Einzugsgebiet [ha]
- 1-5
- 5-25
- > 25
- Mulden im Gelände
- Mulden mit显著em Fließweg und angrenzender Bebauung
- Mulden mit kleinem Fließweg und angrenzender Bebauung
- Mulden mit显著em Fließweg ohne angrenzende Bebauung
- Mulden mit kleinem Fließweg ohne angrenzende Bebauung

Handlungskonzept Flächenvorsorge | Mulden



Handlungskonzept Flächenvorsorge | Multifunktionale Flächen

Multifunktionale Flächen sind Freiflächen, die unter gewöhnlichen Umständen eine i.d.R. öffentliche Nutzung haben und im Starkregenfall zur Retention von Niederschlagswasser genutzt werden können.

Zur Ermittlung möglicher Standorte von multifunktionalen Flächen wurden städtische Geodaten ausgewertet. Weitergehend untersucht wurden die Flächen der Art „Grünfläche“, „Grünanlage“ und „Park“.

Nach folgenden Kriterien wurde die Auswahl der Flächen eingegrenzt:

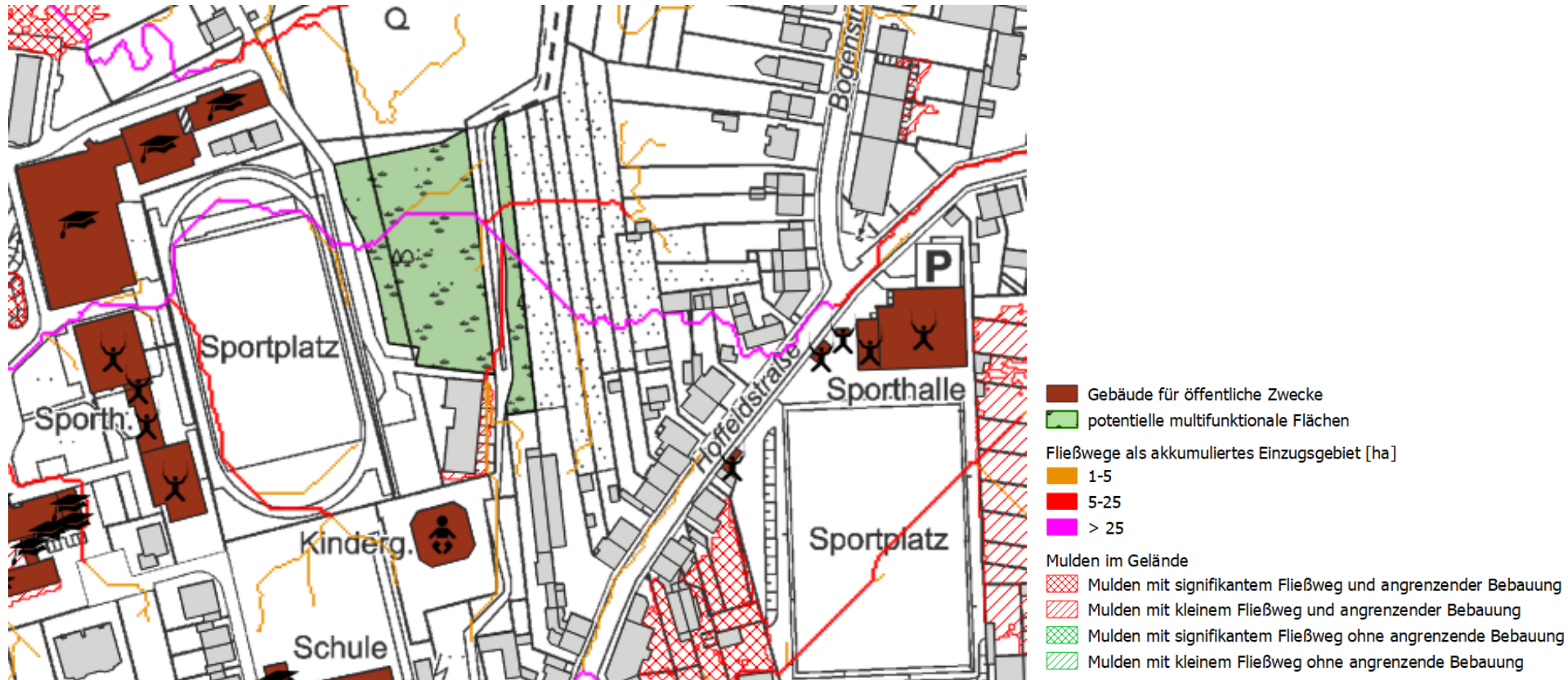
- 1] Die Flächen (100 m²) und das Einzugsgebiet (1 ha) haben je eine Mindestgröße
- 2] Das Verhältnis von EZG zu A ist kleiner oder gleich 60 (hydraulisch wirksam)



Beispiel einer eingestauten multifunktionalen Fläche

Handlungskonzept Flächenvorsorge | Multifunktionale Flächen

→ 28 potentielle multifunktionale Flächen

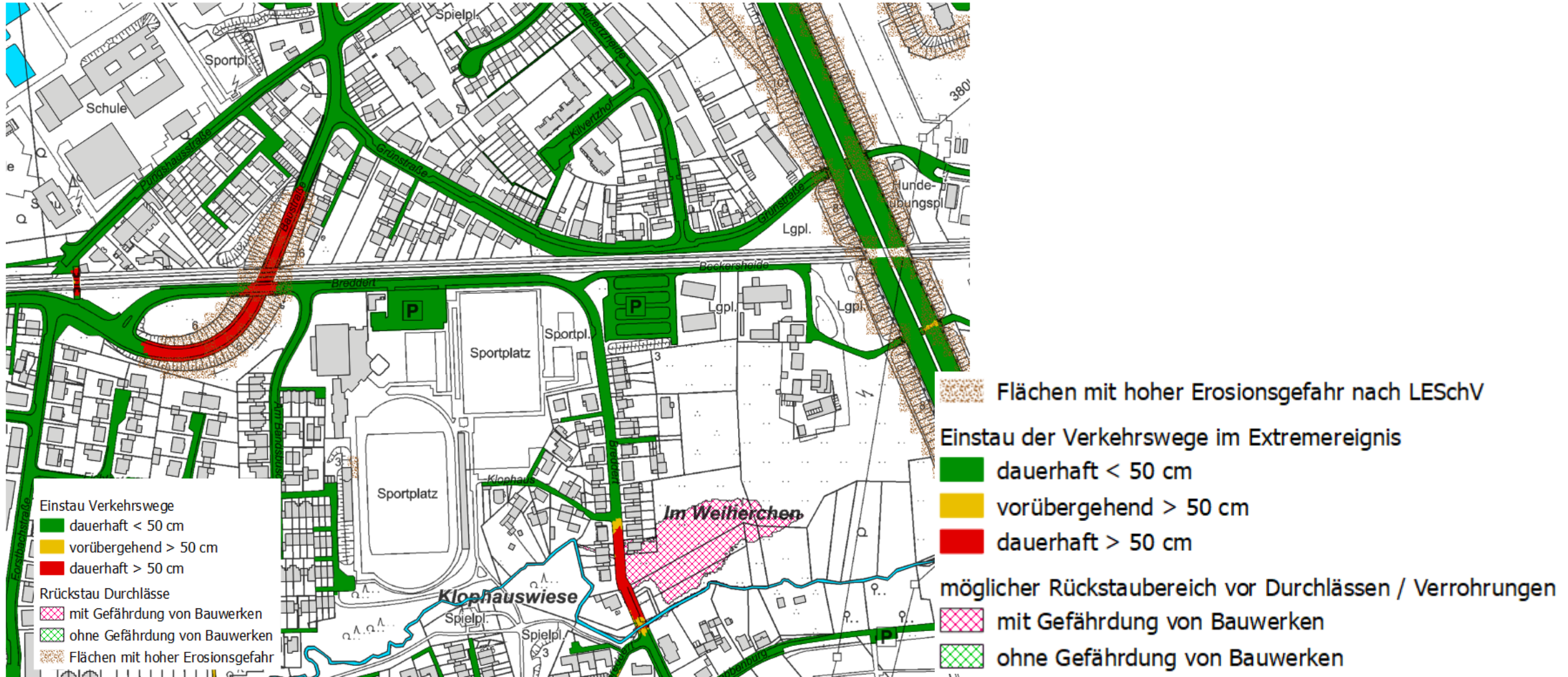


Handlungskonzept Krisenmanagement | Einstau der Verkehrswege

Für den Lastfall 90 mm Blockregen wurden alle Straßen mit einem Einstau von mehr als 50 cm untersucht. 50 cm gilt als Grenze der Durchfahrbarkeit für gewöhnliche Einsatzfahrzeuge. In der Kartendarstellung werden drei Fälle unterschieden:

Dauerhaft < 50 cm	Dauerhaft > 50 cm	Temporär > 50 cm
<ul style="list-style-type: none">• Zu keinem Zeitpunkt in den simulierten 2 h steht auf der Straße mehr als 50 cm Wasser	<ul style="list-style-type: none">• Ab einem bestimmten Zeitpunkt stehen auf der Straße mehr als 50 cm Wasser• Bis zum Ende der simulierten Nachlaufzeit fällt der Wasserstand nicht wieder unter 50 cm	<ul style="list-style-type: none">• Ab einem bestimmten Zeitpunkt stehen auf der Straße mehr als 50 cm Wasser• Im Laufe des Ereignisses fällt der Wasserspiegel wieder auf unter 50 cm

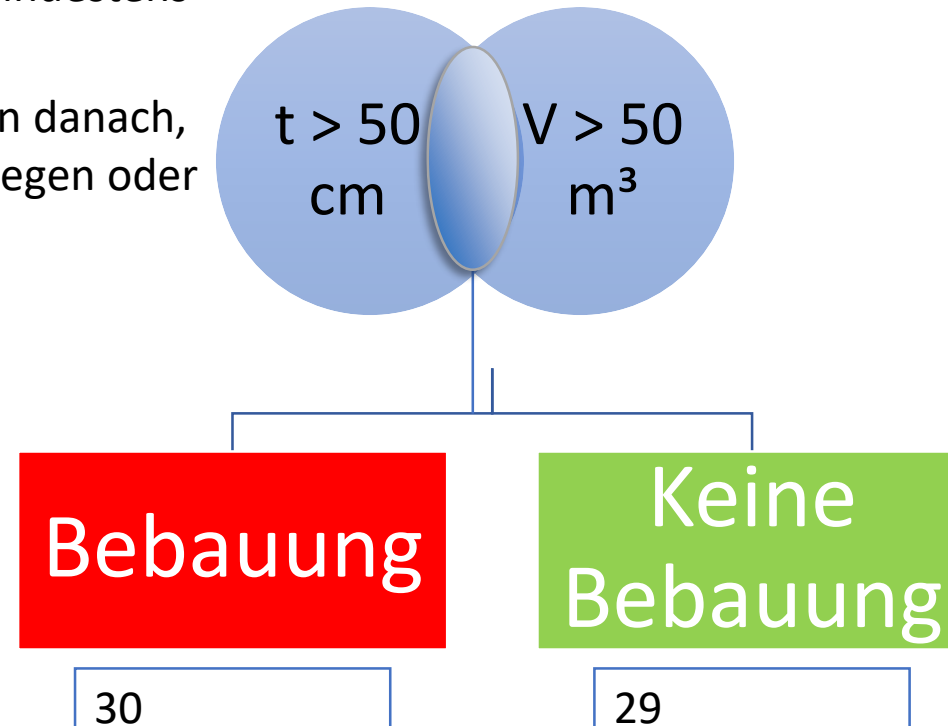
Handlungskonzept Krisenmanagement | Einstau der Verkehrswege



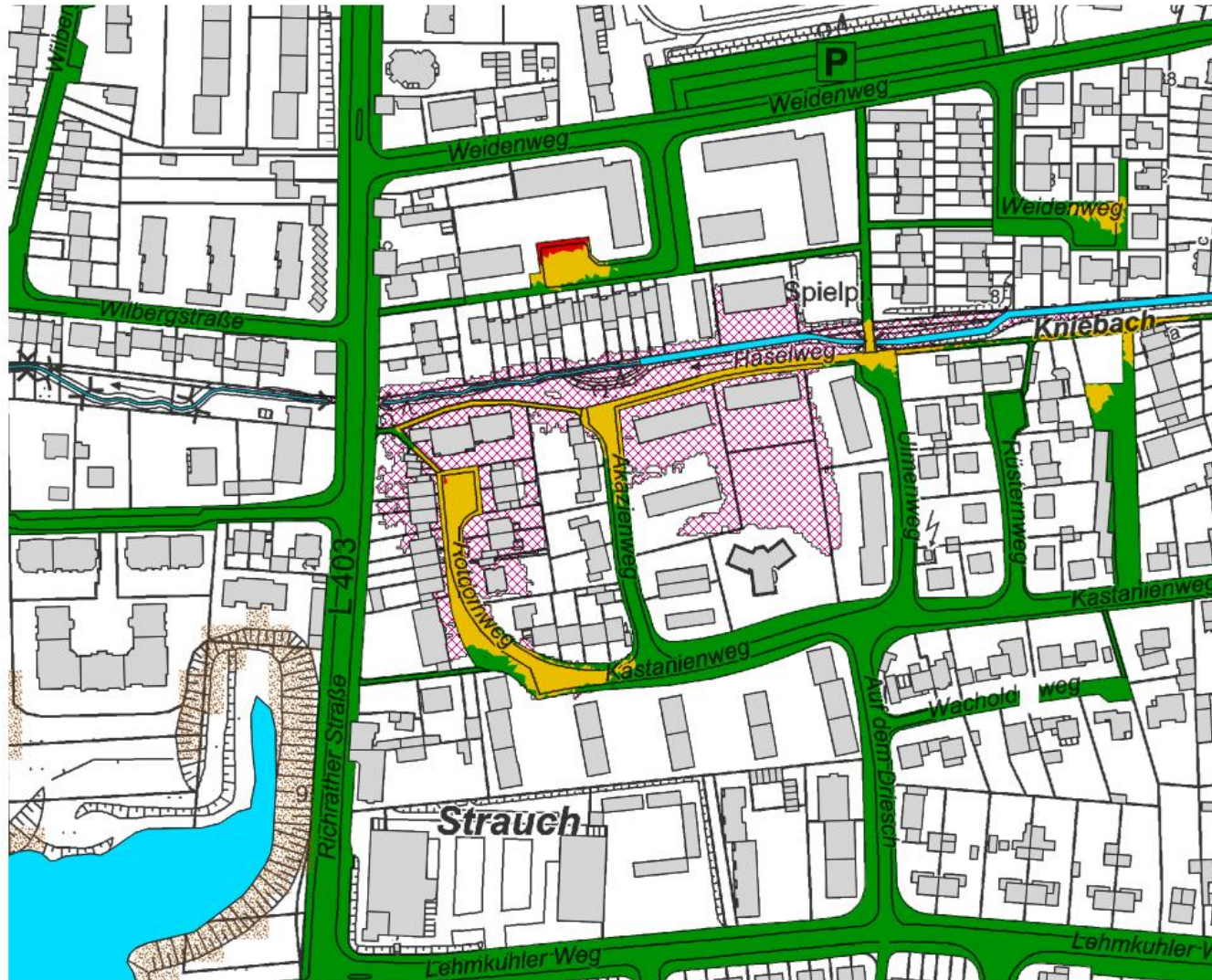
Handlungskonzept Krisenmanagement | Rückstau vor Durchlässen







Für alle Durchlässe im Stadtgebiet wurde der theoretische Rückstaubereich bei vollständiger Verklausung des Durchlass ermittelt. Dargestellt sind alle Mulden, die

- 1] mindestens 50 cm tief sind und mindestens 50 m³ Volumen haben.
- 2] Unterschieden werden die Mulden danach, ob sie im Bereich von Bebauung liegen oder abseits davon.

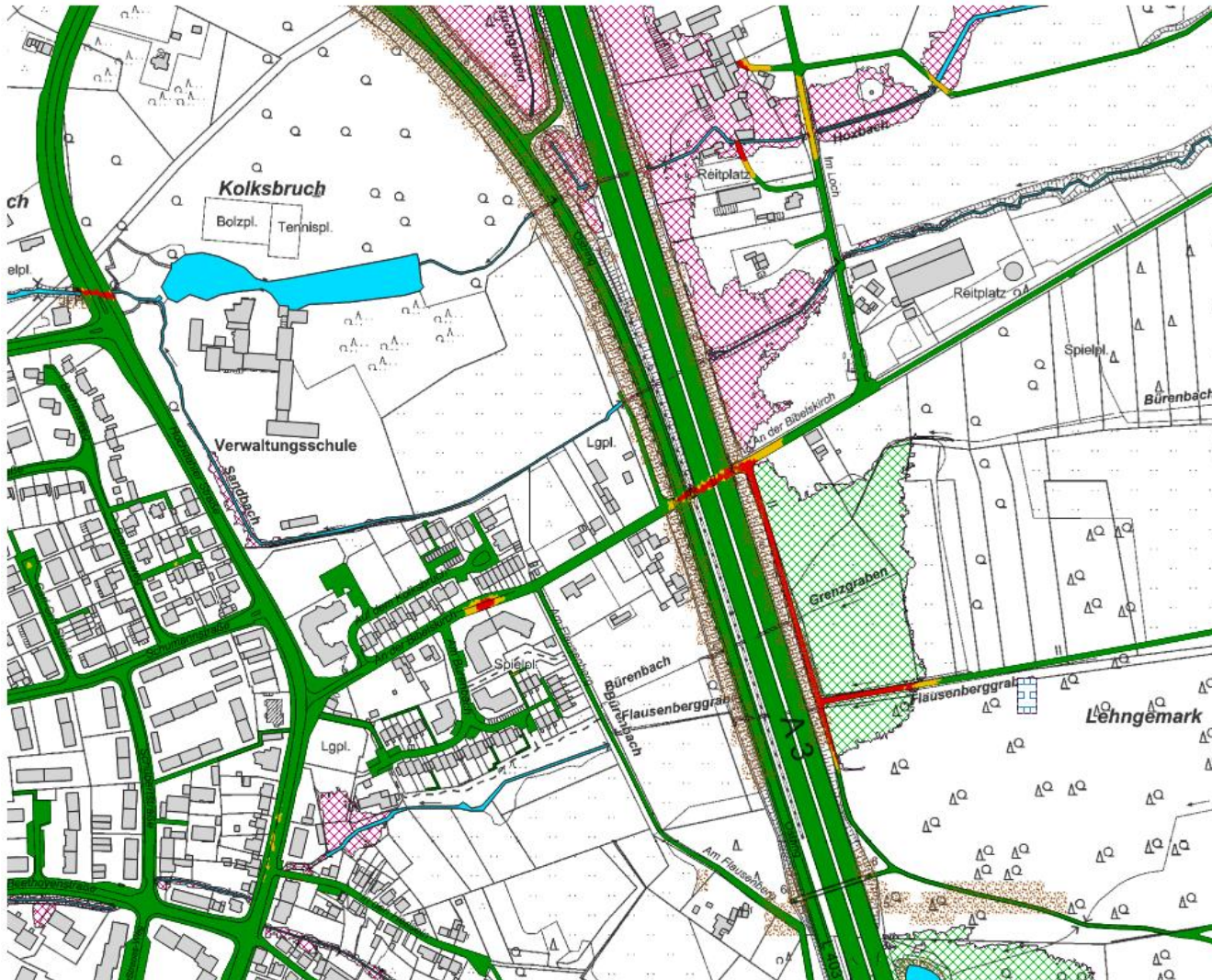



Handlungskonzept Krisenmanagement | Rückstau vor Durchlässen



-  Flächen mit hoher Erosionsgefahr nach LESchV
- Einstau der Verkehrswege im Extremereignis**
-  dauerhaft < 50 cm
-  vorübergehend > 50 cm
-  dauerhaft > 50 cm
- möglicher Rückstaubereich vor Durchlässen / Verrohrungen**
-  mit Gefährdung von Bauwerken
-  ohne Gefährdung von Bauwerken

Handlungskonzept Krisenmanagement | Rückstau vor Durchlässen



 Flächen mit hoher Erosionsgefahr nach LESchV


Einstau der Verkehrswege im Extremereignis


 dauerhaft < 50 cm

 vorübergehend > 50 cm

 dauerhaft > 50 cm

möglicher Rückstaubereich vor Durchlässen / Verrohrungen

 mit Gefährdung von Bauwerken

 ohne Gefährdung von Bauwerken

Handlungskonzept Krisenmanagement | Erosionsgefahr

Die Erosionsgefahr wurde auf der Datengrundlage vom Geologischen Dienst NRW (BK50) ermittelt.







Dargestellt sind alle Flächen mit Hoher Erosionsgefahr nach Landeserosionsschutzverordnung. (LESchV)

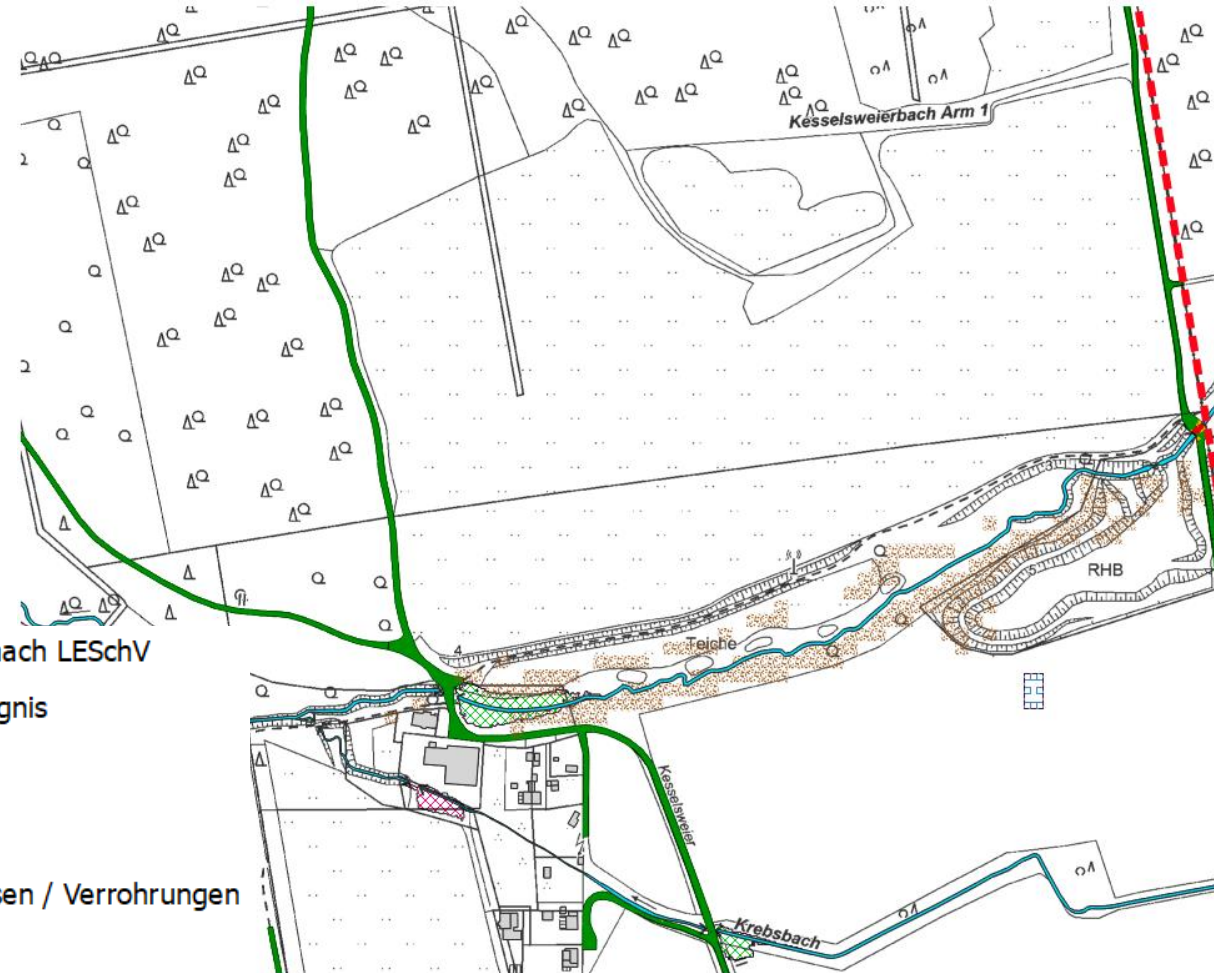
Mit:

K := Bodenerodierbarkeitsfaktor

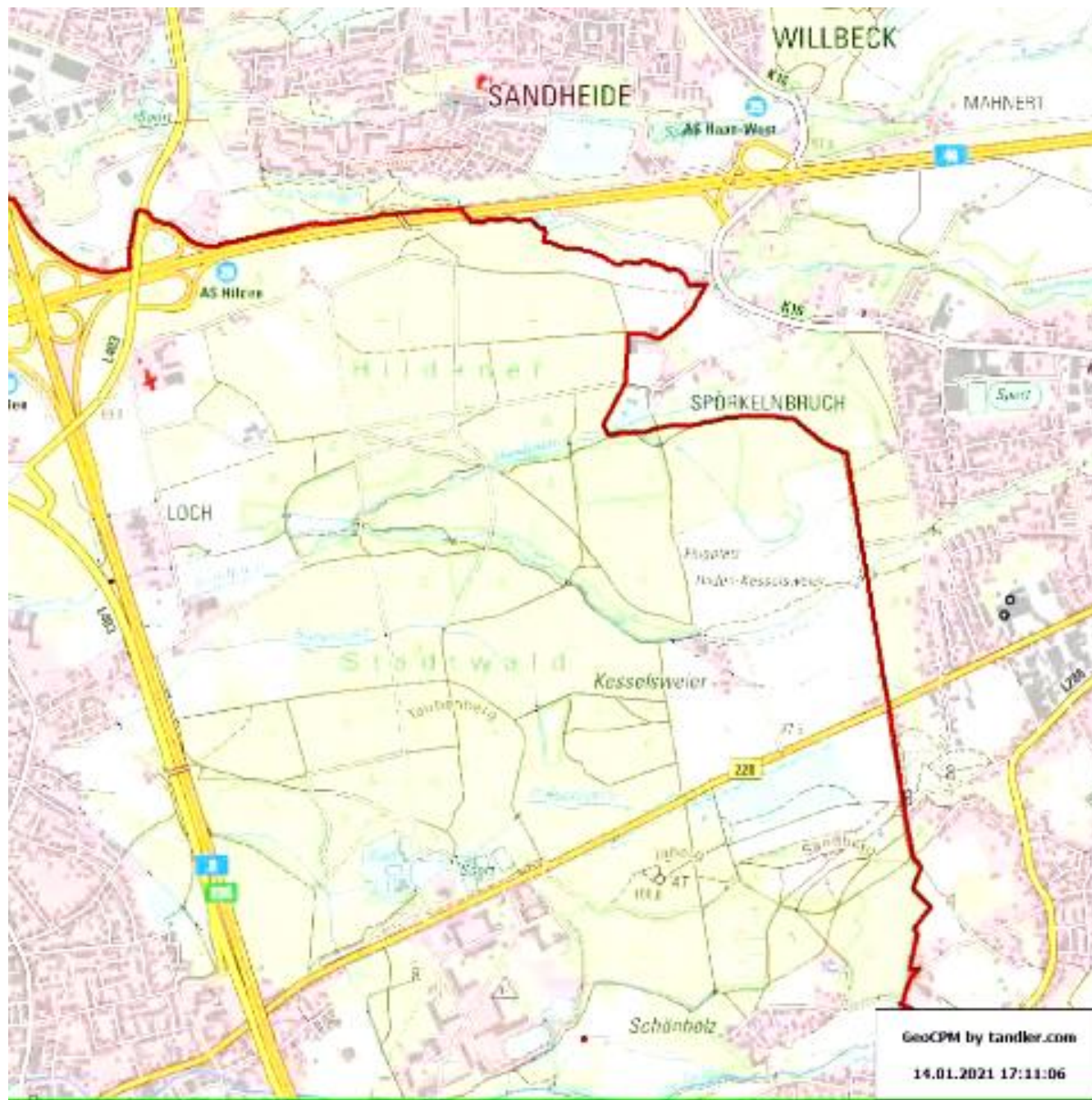
S := Hangneigungsfaktor

$$K * S \geq 0,55$$

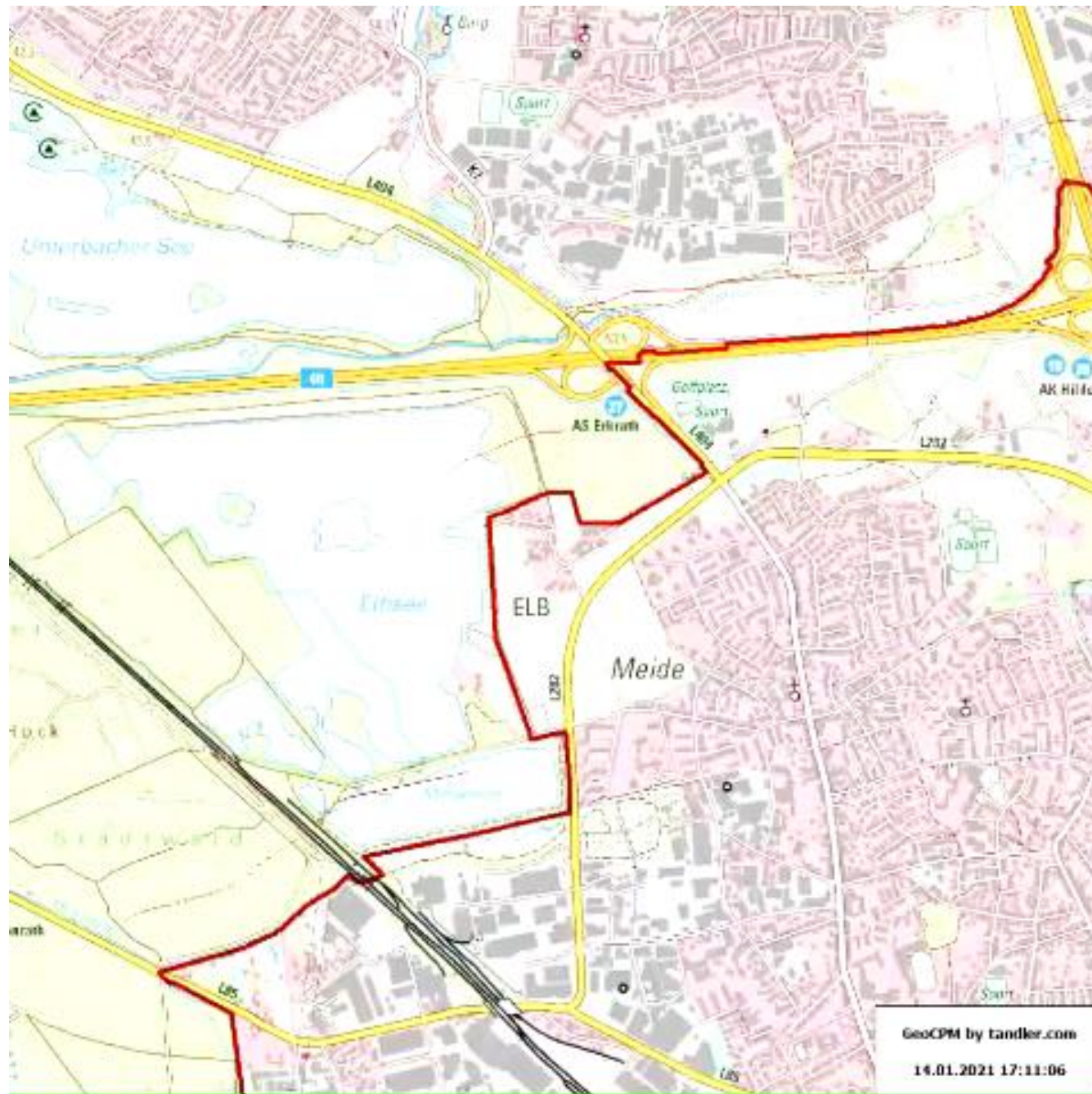
-  Flächen mit hoher Erosionsgefahr nach LESchV
- Einstau der Verkehrswege im Extremereignis
 -  dauerhaft < 50 cm
 -  vorübergehend > 50 cm
 -  dauerhaft > 50 cm
- möglicher Rückstaubereich vor Durchlässen / Verrohrungen
 -  mit Gefährdung von Bauwerken
 -  ohne Gefährdung von Bauwerken



Animation NO



Animation NW

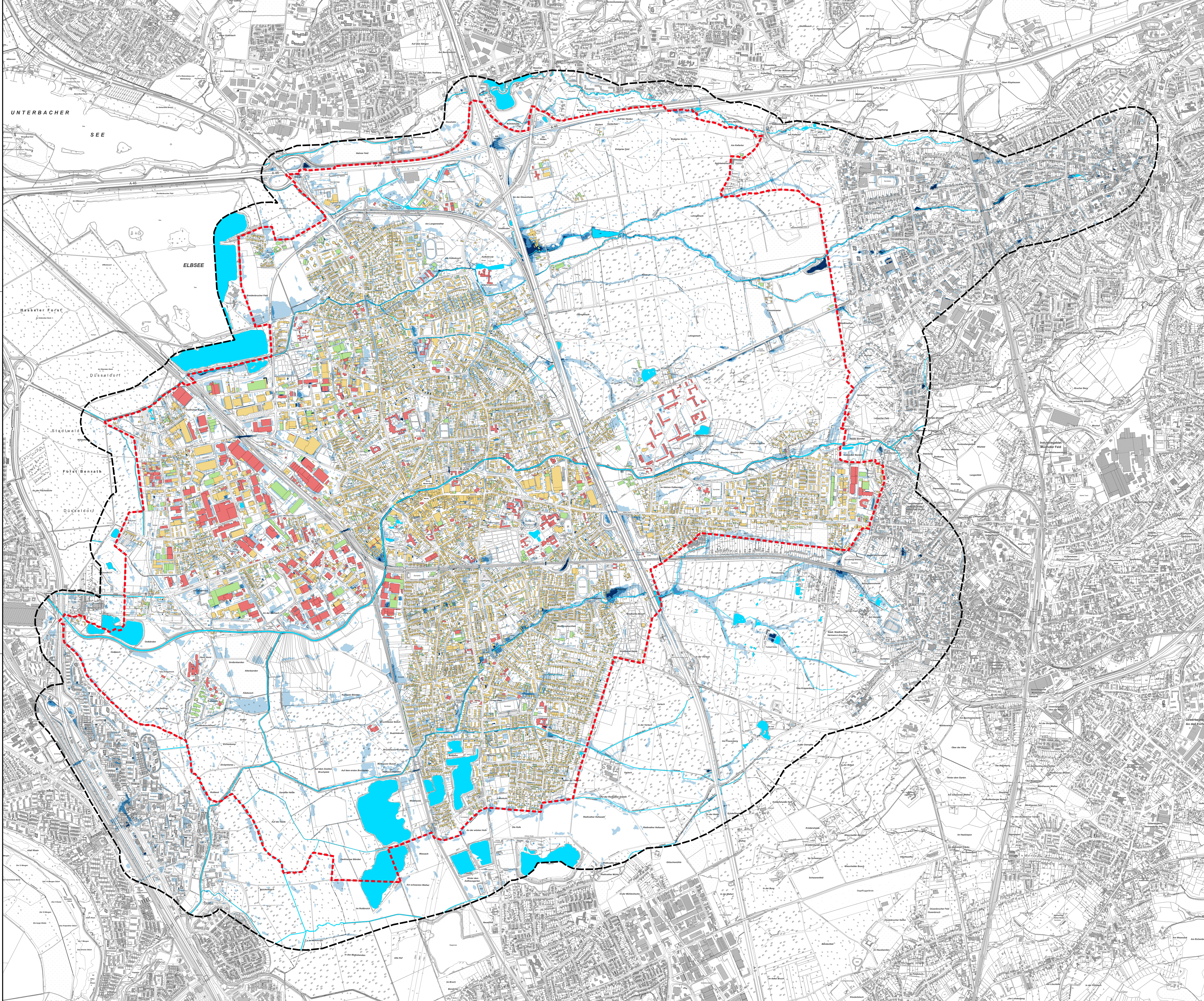
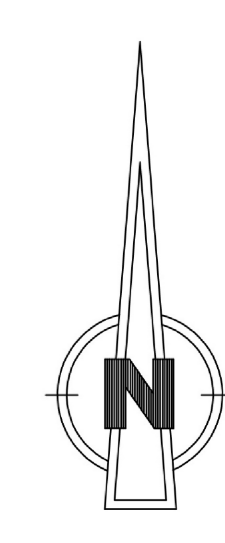


Weiteres Vorgehen

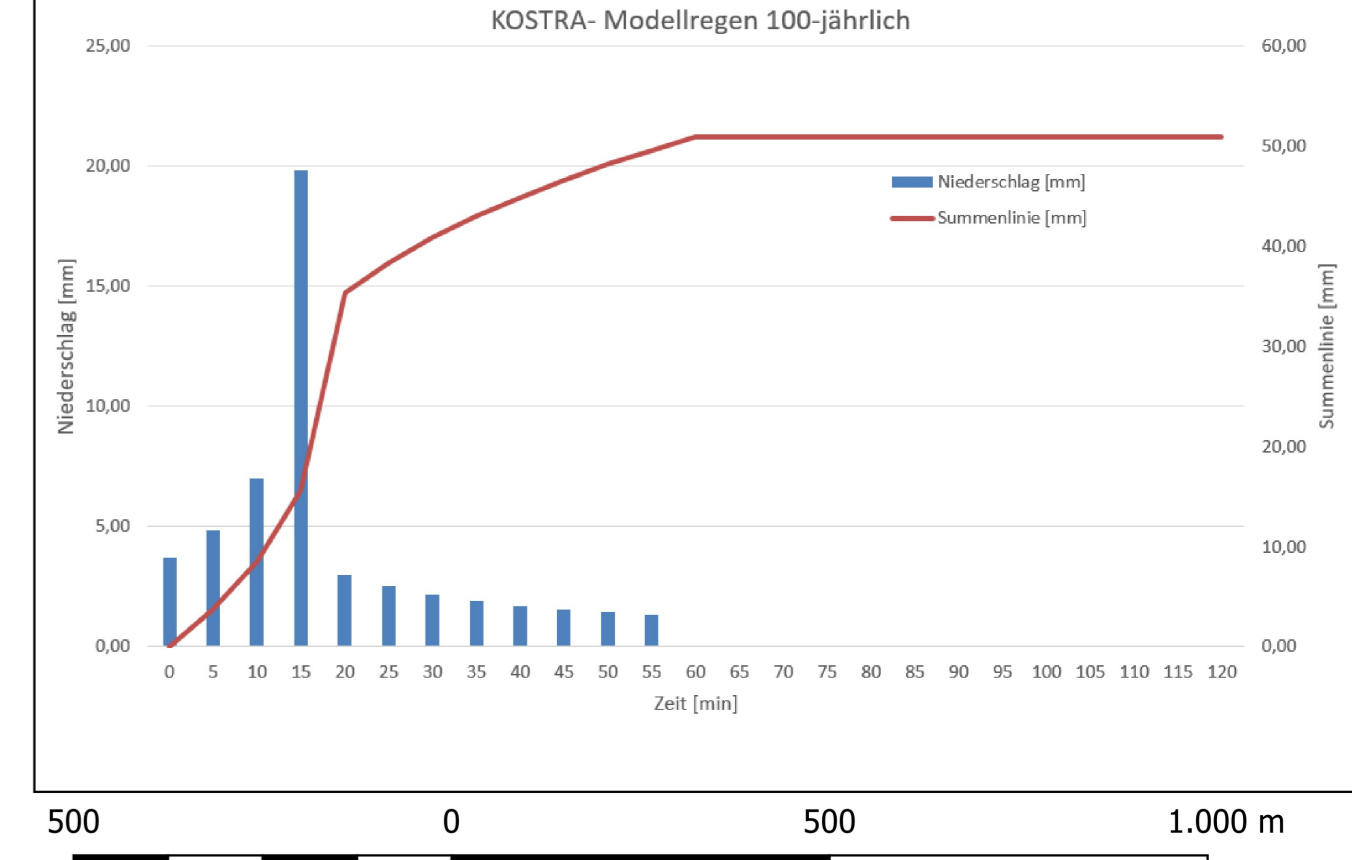
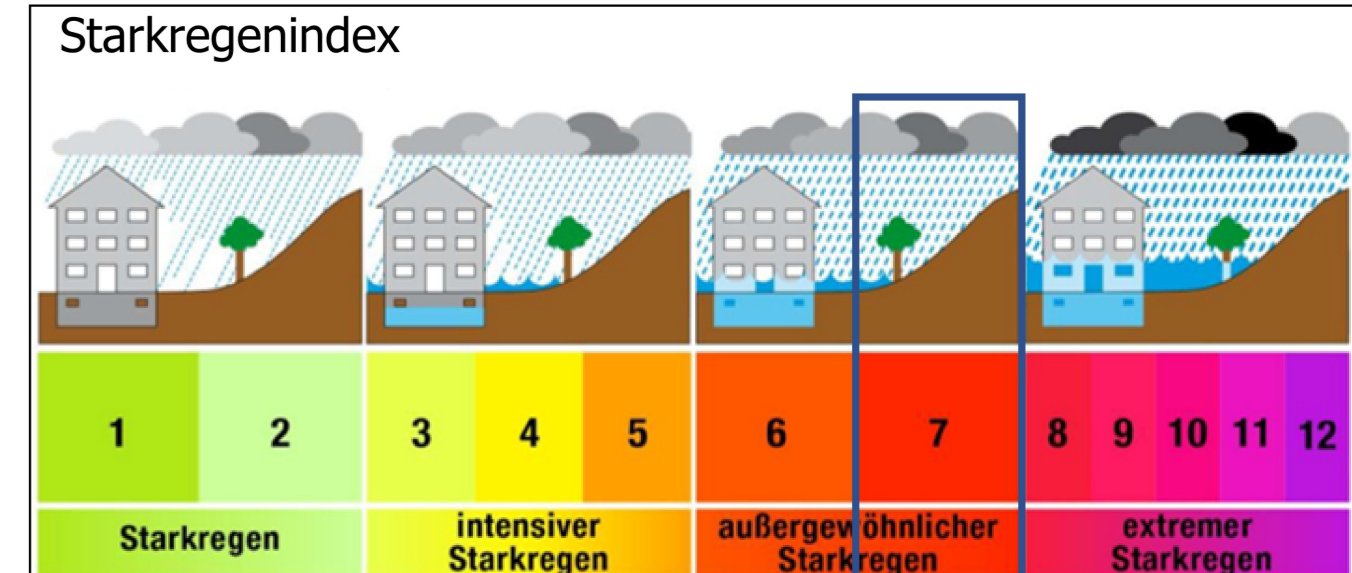
- Prüfung der Karten auf Konsistenz – Abgleich mit stadtbekanntem Überflutungsschwerpunkten
- Vorstellung der Ergebnisse in städtischen und politischen Gremien
- Veröffentlichung der Karten im Internet? (Bürgerinfo?)



Herzlichen Dank!



- Hilden Stadtgrenze
- Modellgrenze
- Gewässerflächen
- Gebäude Schadenspotential
- 0 - sehr gering
- 1 - gering
- 2 - mittel
- 3 - hoch
- maximale Einstauftiefe [m]
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- > 1.0



4					
3					
2					
1					
Rev.	Erstmals verteilt am:	Art der Änderung	Datum	bearb.	gepr.

FISCHER TEAMPLAN Kreative Ingenieurleistungen für eine intakte Umwelt
www.fischer-teamplan.de; info@fischer-teamplan.de

Auftraggeber: Stadt Hilden

Projekt: Starkregenrisikomanagement

Darstellung: Gefahrenkarte Szenario 2: KOSTRA Modellregen 100-jährlich

Beart: Sept. MAM Maßstab: 1: 10000 Auftraggeber:
 Gez: Sept. MAM
 Gelesen: Plan Nr.: 31018 / 01
 Blatt Nr.: von
 v.v. Uwe Ross
 Södingen, 20.Sept.2021 Blattgröße: 84,1 x 118,9 cm