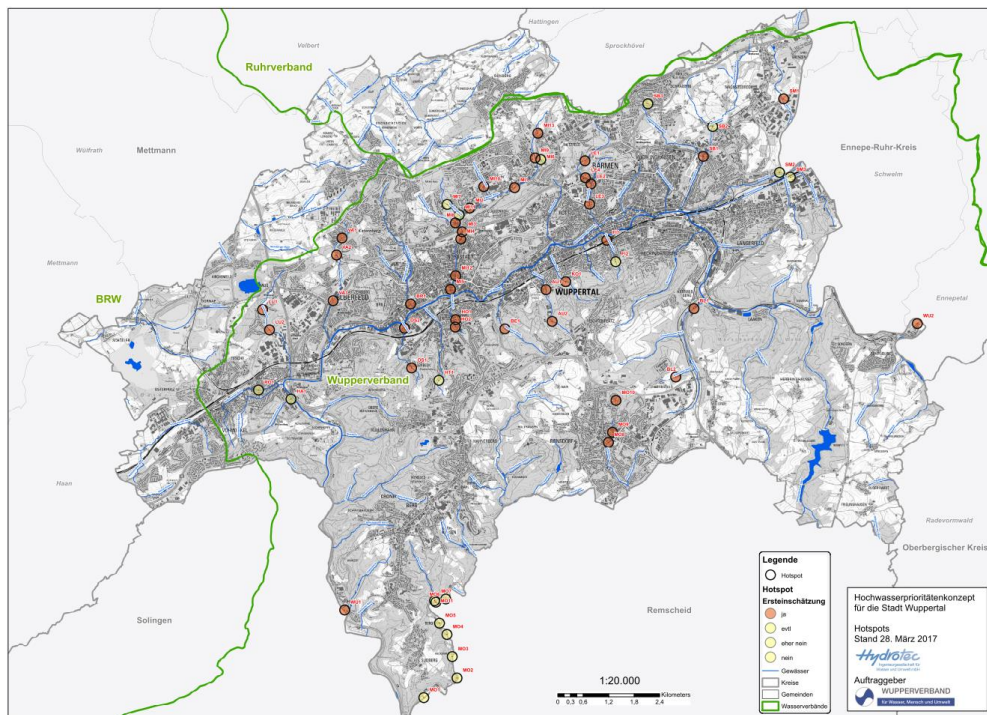


Projektbericht

**Hochwasser-Prioritätenkonzept für die
Stadt Wuppertal –
Phase 2: Konzepterstellung**



Auftraggeber



WUPPERVERBAND

für Wasser, Mensch und Umwelt

Aachen, Dezember 2019

Wir danken allen Beteiligten für die Hilfestellungen bei der Bearbeitung und die jederzeit freundliche und kooperative Zusammenarbeit.

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Dirk Sobolewski
Dipl.-Ing. Robert Mittelstädt

Redaktion

M.A. Geogr. Birgitt Charl

Das Titelbild zeigt den Übersichtsplan der Hotspots auf dem Gebiet der Stadt Wuppertal.

Aachen, Dezember 2019

(Dirk Sobolewski)

(Robert Mittelstädt)

© Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
Bachstraße 62-64
D-52066 Aachen

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-Datenträger außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Projektnummer	P2025
Anzahl der Ausfertigungen	1
Ausfertigungsnummer	1
Auflage	digital

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Anlagenverzeichnis	III
1 Veranlassung	1
2 Ergebnisse der Phase 1	2
3 Methodik und weitere Vorgehensweisen	3
3.1 Aufbau der Steckbriefe.....	3
4 Datenrecherche Phase 2	4
4.1 Termine und Ortsbegehungen.....	4
4.2 Verwendete Datengrundlagen.....	4
4.2.1 GIS-Daten.....	4
4.2.2 Studien.....	5
5 Ermittlung von potenziell naturnahen Abflussgrößen („HQpnat“)	6
6 Ermittlung der Betroffenheit und Abschätzung der potenziellen Schäden	8
6.1 Monetäres Schadenspotenzial, Objektbetroffenheit.....	8
6.2 Wirtschaftliche Investitionskosten.....	10
6.3 Nichtmonetäres Schadenspotenzial (Umweltbetroffenheit / Umweltwirkung).....	11
7 Erarbeitung von geeigneten Schutzmaßnahmen	13
8 Bewertung und Priorisierung der Hotspots	15
9 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1:	Internetdarstellung der Starkregengefahrenkarten für Wuppertal.....	5
Abbildung 5-1:	Analyse der potenziell naturnahen Hochwasserabflussspenden	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Ersteinschätzung der Relevanz der gesammelten Hotspots (Bericht Phase 1 und Abstimmungstermin 27.03.17)	2
Tabelle 5-1:	Potenziell naturnahe Hochwasserabflussspenden	6
Tabelle 6-1:	Schadenspotenziale und Schadenserwartung je Hotspot	9
Tabelle 6-2:	Angenommene Schadensminderungen in Abhängigkeit der Wiederkehrzeit.....	10
Tabelle 6-3:	Rückgerechnete Investitionskosten je Hotspot	10
Tabelle 6-4:	Kategorien und deren Gewichtung zur Beurteilung der Umweltwirkung ..	11
Tabelle 6-5:	Bewertung der Umweltwirkung zugehörige maximal erreichbare Punkte	12
Tabelle 6-6:	Punktevergabe am Beispiel für die Kategorie Rettungswege/Mobilität....	12
Tabelle 7-1:	Maßnahmentypenliste.....	13
Tabelle 8-1:	Priorisierung in Abhängigkeit des Schadenspotenzials, der Umweltauswirkungen und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses (KNV).....	15
Tabelle 8-2:	Gesamt-Priorisierung als Mittelwert aus den bewerteten Kriterien	16

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Steckbriefe der 38 relevanten Hotspots
-----------	--

1 Veranlassung

Im Dezember 2015 führten Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Wupperverbands, der Unteren Wasserbehörde der Stadt Wuppertal sowie der Wuppertaler Stadtwerke zum ersten Mal eine Besprechung zur Abstimmung des Hochwasser-Prioritätenkonzepts (HWP-Konzept) für die Stadt Wuppertal durch.

Ziel des Konzeptes ist, eine Priorisierung von Maßnahmen zum Hochwasserschutz bzw. zur Hochwasservorsorge für bekannte Hochwassergefahrenstellen zu erarbeiten und somit eine Entscheidungshilfe für die Umsetzung zu erhalten. Die Gefahrenstellen wurden im Rahmen von HWGK-Projekten, Hochwasserschutzkonzepten, Wasserbilanzmodellen, hydrologischen und hydraulischen Studien, Kanalnetzberechnungen (GEP) etc. ermittelt bzw. können ergänzend auf der Grundlage von Erfahrungen der Beteiligten angegeben werden. Auf weitere aufwendige Modellerstellungen bzw. -berechnungen sollte verzichtet werden.

In einer **ersten Projektphase** wurden die vorhandenen Studien, in denen Hochwassergefahrenstellen im Stadtgebiet Wuppertal ermittelt wurden, übernommen und gesichtet.

Weiterhin wurden in der ersten Projektphase Termine bei den beteiligten Institutionen (Wuppertaler Stadtwerken (WSW), Untere Wasserbehörde Wuppertal (UWB), Stadt Wuppertal (W), Wupperverband (WV)) durchgeführt. Bei diesen Terminen wurden die vorhandene Datengrundlage, die Ergebnisse, historische Schadensereignisse sowie bekannte Gefahrenstellen erörtert. Weiterhin konnten ergänzend die Produkte des Hochwasser-Prioritätenkonzeptes mit den Beteiligten abgestimmt werden.

Die zusammengetragenen Ergebnisse der ersten Projektphase (vorhandene Studien, Anzahl potenzieller Gefahrenstellen, Terminprotokolle) wurden in einem Bericht dokumentiert (Hydrotec 2017).

Am 27. März 2017 wurden bei einem Abstimmungstermin beim Wupperverband mit den Beteiligten die Methodik und die Leistungen für die Phase 2 abgestimmt.

Auf der Grundlage der o. g. Daten, Informationen und Ergebnisse sowie des Abstimmungstermins kann nun das Projekt „Hochwasser-Prioritätenkonzept für die Stadt Wuppertal“ von Hydrotec erstellt werden (**zweite Projektphase**).

Der Wupperverband hat Hydrotec am 29. August 2017 mit den erforderlichen Arbeiten der zweiten Projektphase beauftragt. Grundlage ist das Angebot vom 3. April 2017.

2 Ergebnisse der Phase 1

Im Bericht „Hochwasser-Prioritätenkonzept für die Stadt Wuppertal – Phase 1: Datensichtung“ (Hydrotec 2017) sind die durchgeführten Arbeiten, Termine und Ergebnisse der Projektphase 1 detailliert dargestellt.

Als Ergebnis der Besprechungen mit den Beteiligten wurde eine Tabelle erstellt, die die potenziellen Hotspots je Gewässer auflistet. Insgesamt wurden **38** der insgesamt 57 Hotspots als relevant betrachtet und sollten weitergehend analysiert werden. Es wurde ermittelt, für welche Gewässer Grundlagendaten vorliegen und wo keine Daten vorhanden sind.

Auf der Grundlage der Ersteinschätzung wurden für 38 maßgebliche Hotspots weitergehende Analysen (z. B. Ermittlung von Abfluss-Spenden, pnat-Abflüsse) durchgeführt, die in dem vorliegenden Bericht erläutert werden.

Tabelle 2-1: Ersteinschätzung der Relevanz der gesammelten Hotspots (Bericht Phase 1 und Abstimmungstermin 27.03.17)

Gewässer	ja	evtl.	eher nein	nein	Daten liegen vor
Auer Bach	2	-	-	-	nein
Bendahler Bach	1	-	-	-	ja
Blombach	2	-	-	-	nein
Briller Bach	1	-	-	-	ja
Fischertaler Bach	1	1	-	-	nein
Hammersteiner Bach	-	-	1	-	bedingt
Hatzenbeck	-	-	1	-	ja
Holzer Bach	2	-	-	-	ja
Kothener Bach	1	-	-	-	nein
Leimbach	4	-	-	-	ja
Lüntenberg	2	-	-	-	ja
Mirker Bach	10	2	1	-	ja
Morsbach	3	5	-	3	ja
Ossenbeck	2	-	-	-	ja
Rottscheider Bach	-	-	-	1	bedingt
Schwarzbach	1	2	-	-	ja
Schwelme/Meine	1	1	1	-	ja
Varresbeck	3	-	-	-	ja
Wupper	2	-	-	-	ja
Summe	38	11	4	4	-

3 Methodik und weitere Vorgehensweisen

Für die Phase 2 des Projekts war folgende Untersuchungsmethodik geplant:

- Erstellung eines Arbeitskonzepts
- Abschließende Zusammenstellung bekannter Gefahrenstellen
- Auswertung der vorhandenen Grundlagendaten
- Ermittlung von potenziell naturnahen Abflussgrößen („HQpnat“)
- Erarbeitung von möglichen Bewertungskriterien für die Betroffenheit
- Ermittlung von Schadenspotenzialen
- Erarbeitung von geeigneten Schutzmaßnahmen
- Erarbeitung von möglichen Bewertungskriterien für die Maßnahmen
- Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen
- Ergebnisbericht und Termine

Am 27. März 2017 wurden bei einem Abstimmungstermin beim Wupperverband mit den Beteiligten die o.g. Methodik und die Leistungen für die Phase 2 abgestimmt. Die endgültige Methodik und die erforderlichen Arbeiten wurden während der Projektbearbeitung in enger Zusammenarbeit mit den Beteiligten bei Bedarf angepasst und auf Terminen beim Wupperverband abgestimmt.

Auf der Grundlage der damaligen Ersteinschätzung wurden für 38 Hotspots die weitergehenden Untersuchungen durchgeführt.

Die bisherigen Daten und Informationen wurden in einer MS-Access-Datenbank überführt. Zu jedem o.g. Arbeitspunkt gibt es in der Datenbank prinzipiell eine zugehörige Tabelle. Die Tabellen sind alle miteinander verknüpft und ergeben damit für jeden Hotspot einen Steckbrief. Auch die Hotspots aus der Erstbewertung, die aber nicht als eigentlicher Hotspot eingestuft wurden, sind trotzdem in der Datenbank enthalten (insg. 57 Hotspots).

3.1 Aufbau der Steckbriefe

Zu jedem Hotspot gibt es insgesamt acht Seiten. Die einzelnen Seiten beinhalten folgende Darstellungen und Informationen:

- Seite 1: Grundlagendaten und Problembeschreibung, zwei Abbildungen als Lageplan (erste Abb.: DGK5, M. 1:5.000, hydrologische Einzugsgebietsgrenze, verrohrte Gewässerabschnitte, zweite Abb.: ALKIS-Daten, M. 1:2.500, sonst wie Abb. 1)
- Seite 2: Grundlagendaten Herkunft Studien, Hydrologie (Kenndaten und Bemessungsabflüsse im Ist- und Planzustand) und Hydraulik (Leistungsfähigkeit Gewässer bzw. Verrohrung)
- Seite 3: Restriktionen: Schutzgebiete, Altlasten, Flächennutzung und Infrastruktur (zwei Abbildungen)
- Seite 4: Einwohner (Abbildung Einwohner aus Zensus 2011) und Örtlichkeit (Bild)
- Seite 5: Überflutungsgefährdung (Abbildungen zu Starkregen oder Hochwasser aus unterschiedlichen Quellen)
- Seite 6: Schadenspotenziale und Schadens Erwartung (monetär) sowie Tabelle mit der Umweltwirkung (nicht monetäres Schadenspotenzial)
- Seite 7: Maßnahmenvorschläge und Kosten (Beispielabbildungen zu Maßnahmen)
- Seite 8: Bewertung der Datengrundlagen sowie Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen, der Gefahr und des Risikos, Ranking

4 Datenrecherche Phase 2

4.1 Termine und Ortsbegehungen

Es wurden folgende Termine durchgeführt:

- 27. März 2017: Vorstellung Konzept und Methodik Phase 2
- 14. Mai 2014: Vorstellung Methodik, Arbeitsplan und Idee der Steckbriefe
- 04. Juni 2018: Workshop: Steckbriefe, Hydrologie, Schadenspotenzial
- 20. Juni 2018: Begehung Mirker Bach Oberlauf und Nebengewässer
- 21. Juni 2018: Begehung Mirker Bach Unterlauf
- 27. Juni 2018: Begehung Ossenbeck, Varresbeck, Lüntenbeck, Auer Bach u.a.
- 10. Juli 2018: Workshop: Steckbriefe, Hydrologie, Schadenspotenzial, Matrix
- 20. Sept. 2018: Workshop: Steckbriefe, Schadenspotenzial, Nutzen/Kosten
- 04. April 2019: Begehung Leimbach, Schwarzbach, Blombach, Leyerbach u.a.
- 03. Juni 2019: Präsentation: Grundlagen, Schadenspotenziale, Gefahr und Risiko, Maßnahmen, Kosten/Nutzen, Steckbriefe und Priorisierung
- 01. August 2019: Workshop: Abstimmung/Überarbeitung Steckbriefe und Priorisierung

Im Rahmen der Workshops wurden mit den Beteiligten jeweils die weiteren Vorgehensweisen/Methoden für die nachfolgenden Bearbeitungsschritte erarbeitet und festgelegt.

Bei den Ortsbegehungen (jeweils zwei Mitarbeiter) wurden die Hotspots besichtigt und die gefährdeten Objekte (Gebäude und Infrastruktur) aufgenommen (Fotos, Nutzung, Schadenspotenzial). Teilweise wurde mit den Anwohnern über historische Ereignisse und über aufgetretene Schäden gesprochen.

4.2 Verwendete Datengrundlagen

Die Informationen zu den bereits in der ersten Phase gesammelten Datengrundlagen (Hotspot-Tabelle) wurden in die MS-Access-Datenbank (Steckbriefe.mdb, Tabelle Hotspots) übertragen. Im Laufe des Projekts der Phase 2 wurden viele weitere gelieferte Daten auf Verwendbarkeit geprüft und ebenfalls in die Steckbriefe-Datenbank mit aufgenommen. Die Datenbank erhielt eine weitere Tabelle „Datenherkunft“ und ist mit den Hotspots (Tabelle Hotspots) verknüpft. Alle Informationen zu den bisherigen Untersuchungen (Berichte, Karten, Maßnahmen, Kosten) sind somit komprimiert in der Steckbriefe-Datenbank enthalten und wurden mit den weiteren Datenlieferungen ergänzt.

Auf eine tabellarische Darstellung der Informationen wird hier im Bericht aufgrund der Menge der Daten verzichtet, zumal diese Datengrundlagen aufbereitet in den Steckbriefen auf Seite 2 („Grundlagendaten Herkunft Studien“) und auf den weiteren Seiten der Steckbriefe als zusätzliche Abbildungsinformation zu finden sind.

4.2.1 GIS-Daten

Die vorliegenden GIS-Daten (Shapes, DGM, TK, Orthofotos, Daten vom „geoportal.nrw“ etc.) wurden für die Abgrenzung (Ausdehnung, Einzugsgebiet) und die Eigenschaften (Lage, Gewässer, Schadenspotenzial usw.) des jeweiligen Hotspots verwendet. Mittels des DGM1 wurden die hydrologischen Einzugsgebiete der Hotspots ermittelt, die Grundlage für die Ermittlung der nat-Abflüsse sind (s. Kap. 5). Die GIS-Grundlagen in Verbindung mit den verrohrten Gewässerabschnitten sowie den städtischen Flächen dienen in Form von kleinen Karten als Information in den Steckbriefen.

Als Restriktionen wurden die Schutzgebiete, die wichtige Infrastruktur (Schulen, Feuerwehr u.a.) sowie die Baudenkmäler je Hotspot ausgewertet. Diese Informationen gehen in die Bewertung des nicht monetären Schadenpotenzials (Umweltwirkung) ein.

4.2.2 Studien

Die verwendeten Studien sind je Hotspot jeweils auf der Seite 2 der Steckbriefe aufgeführt. Die zur Beurteilung der Gefahr verwendeten Informationen sind i.d.R. Ergebnisse von Wasserspiegellagenberechnungen an den jeweiligen Gewässern (1D oder 2D, Hochwassergefahrenkarten). Weitere wichtige Daten stammen aus hydrologischen Untersuchungen (Wasserbilanzmodelle) und Generalentwässerungsplanungen.

Eine wichtige Informationsquelle für diese Untersuchung sind die Starkregengefahrenkarten für Wuppertal. Ein direkter Zugriff auf die Originaldaten war leider nicht erlaubt, somit wurden die Darstellungen auf der Internetseite als Bilddatei gespeichert und in ArcGIS erneut georeferenziert. Die je Szenario farblich dargestellten Wassertiefen wurden später manuell an die gefährdeten Objekte geschrieben, um das Schadenspotenzial zu berechnen.

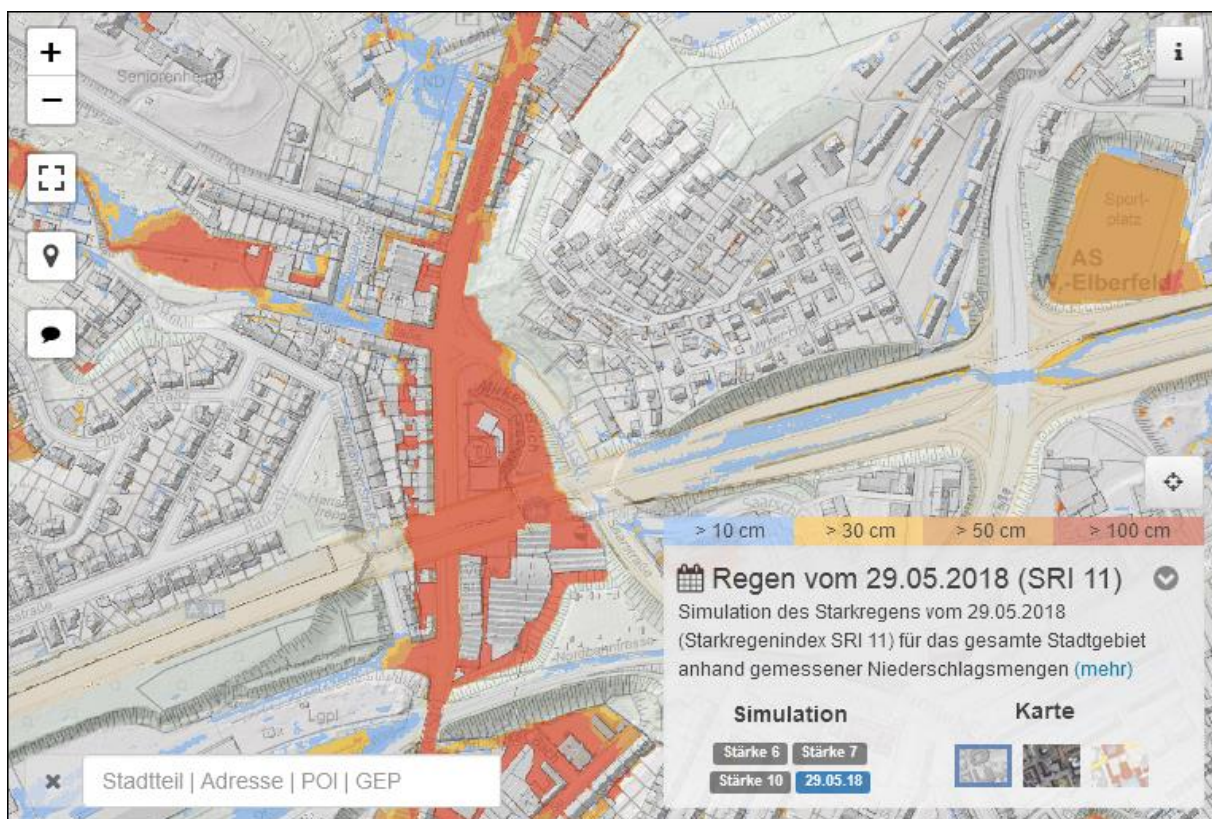


Abbildung 4-1: Internetdarstellung der Starkregengefahrenkarten für Wuppertal

Für die 38 maßgeblichen Gefahrenstellen wurden die Daten, Studien bzw. sonstigen übergebenen Informationen im Hinblick auf die definierten Hotspots detailliert ausgewertet. Zwischenzeitlich wurden noch erforderliche weitere Daten sowie weitere gefahrenrelevante Informationen recherchiert bzw. bei den Beteiligten abgefragt.

Es liegen nur noch für wenige Hotspots keine oder wenige beschreibende Informationen über Probleme und Schadensereignisse (keine Modelldaten bzw. Ergebnisse) vor. Bei diesen Hotspots wird als Maßnahme z.B. eine weitergehende Untersuchung vorgeschlagen.

Die vorliegenden Grundlagen werden in den Steckbriefen auf der Seite 8 (Bewertung der Datengrundlagen) zusammenfassend aufgelistet und kurz auf die Eignung in dieser Untersuchung bewertet. Bei wenigen oder fehlenden Daten wird ein Hinweis auf eine notwendige Ergänzung gegeben.

5 Ermittlung von potenziell naturnahen Abflussgrößen („HQpnat“)

Über eine Spendenanalyse aller Hotspots konnten ergänzende hydrologische Informationen zur Beurteilung der Hotspots, insbesondere auch für die Hotspots ohne weitere hydrologischer Informationen aus bekannten Studien, ermittelt werden.

Für die Hotspots wurden die potenziell naturnahen Hochwasserabflüsse („HQpnat“) ermittelt. Mit den Ergebnissen kann die anthropogene Beeinflussung der Hochwasserabflüsse im Ist-Zustand abgeschätzt und evtl. Zielgrößen definiert werden.

Für 12 Gewässer bzw. aus 8 N-A-Modellen liegen pnat-Ergebnisse vor (Bendahler Bach, Hatzenbeck, Leimbach, Lüntenbeck, Mirker Bach, Morsbach, Schwarzbach und Schwelme/Meine).

Für die 2 Hotspots an der Wupper wurden in Abstimmung mit den Beteiligten keine Abflüsse HQpnat ermittelt, da diese durch die Talsperrenbeeinflussung im Ist-Zustand keine Aussagekraft besitzen.

Für 9 Gewässer (Auer Bach, Blombach, Briller Bach, Fischertaler Bach, Hammersteiner Bach, Holzer Bach, Kothener Bach, Ossenbeck und Varresbeck) liegen keine N-A-Modelle und damit keine Ergebnisse zu pnat vor. Für die zugehörigen Hotspots wurden die fehlenden pnat-Abflüsse über eine Spendenanalyse (Regression) ermittelt.

Tabelle 5-1: Potenziell naturnahe Hochwasserabflusspenden

Gewässer	EZG	Hq10pnat	Hq25pnat	Hq50pnat	Hq100pnat	Bemerkung
Name	km ²	l/s/km ²	l/s/km ²	l/s/km ²	l/s/km ²	
Morsbach	44,59	457	532	588	645	KOSTRA BemN
Bendahler Bach	1,99	1.297	1.615	1.856	2.097	Exponentialvert., LZS
Lüntenbeck	2,56	827	1.011	1.169	1.344	Ing.-Büro Beck NAM
Lüntenbeck	0,55	1.209	1.209	1.209	1.209	LZS
Mirker Bach	7,75	1.209	1.455	1.630	1.798	NASIM Mirker Bach, LZS
Vogelsangbach	0,50	1.478	1.764	1.966	2.160	
Eschenbeek	0,89	1.370	1.637	1.825	2.005	
Dorrenberg	0,69	1.663	2.004	2.245	2.478	
Leimbach	2,39	1.228	1.524	1.749	1.973	LZS 33 a, P3-Vert.
Schwarzbach	7,27	757	978	1.151	1.325	LZS 39 a, P3-Vert.
Schwelme	19,44	577	617	787	932	LZS 43 a, P3-Vert.
Meine	4,20	626	833	955	1.098	LZS 43 a, P3-Vert.

Die ermittelten potenziell naturnahen Abflusspenden liegen zusammenfassend in folgenden Bereichen:

Hq100: 50 km² - ca. 600 l/s/km² bis < 1 km² - ca. 2.000 l/s/km²

Hq10: 50 km² - ca. 450 l/s/km² bis < 1 km² - ca. 1.500 l/s/km²

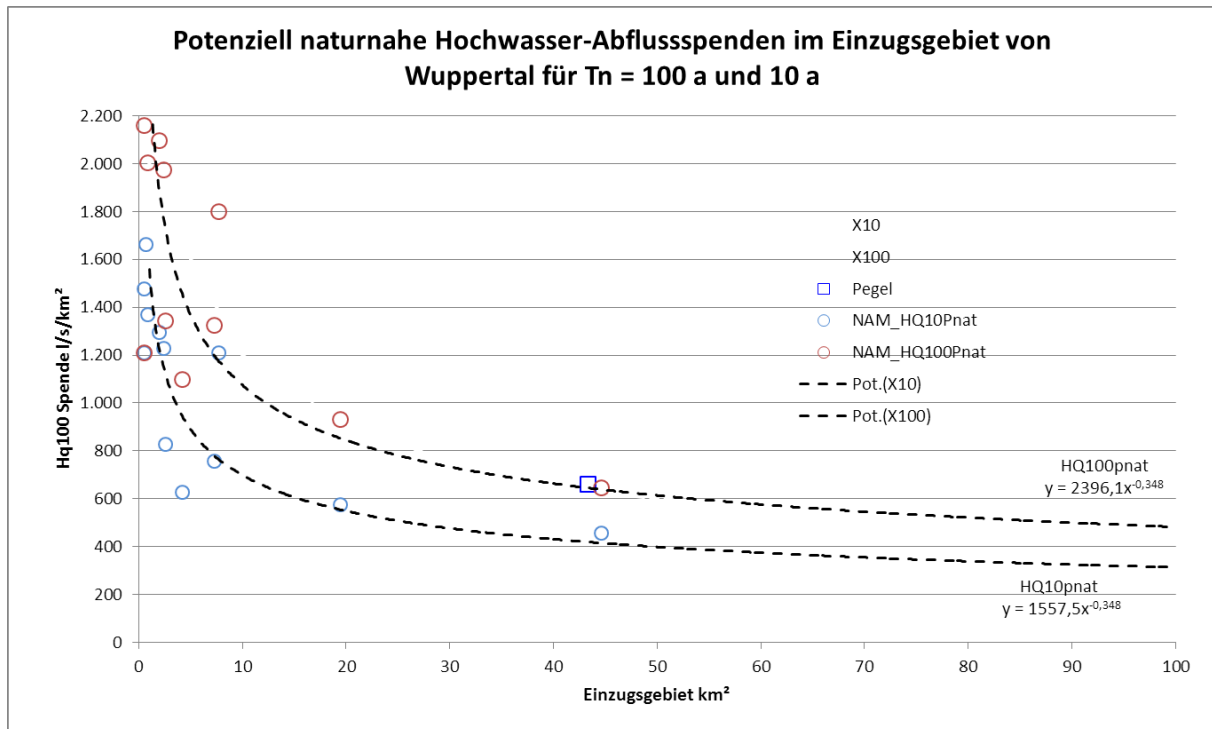


Abbildung 5-1: Analyse der potenziell naturnahen Hochwasserabflusspenden

Für die Hotspots, an denen keine Ergebnisse zu HQpnat aus einem NA-Modell vorlagen, wurden je nach Größe des Einzugsgebiets des Hotspots aus den zugehörigen Spenden entsprechend die potenziell naturnahen Hochwasserabflüsse berechnet.

Die potenziell naturnahe Hochwasserabflusspende für Tn = 100 a und der zugehörige Hochwasserabfluss HQ100pnat sind in den Steckbriefen je Hotspot auf Seite 2 dargestellt.

6 Ermittlung der Betroffenheit und Abschätzung der potenziellen Schäden

6.1 Monetäres Schadenspotenzial, Objektbetroffenheit

Sturzfluten können in dicht besiedelten Gebieten hohe volkswirtschaftliche Schäden anrichten. Für die Höhe der Schäden spielen neben der betroffenen Siedlungsdichte und den Nutzungen auch die Ausprägung der Überschwemmungsfläche, -tiefe und -dauer eine wesentliche Rolle, die wiederum abhängig von der Auftretswahrscheinlichkeit der Sturzfluten sind. Die Beziehung zwischen der Sturzflutwahrscheinlichkeit (der Kehrwert der einer bestimmten Sturzflut zugeordneten Wiederkehrzeit) und dem Schaden ergibt die sog. Schadenswahrscheinlichkeit. Aus dieser Funktion wird durch Integration die jährliche Schadenserwartung berechnet.

Für eine monetäre Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen muss die Höhe der durch die Maßnahmen vermeidbaren Schäden bekannt sein. Hierzu dienen das bis zu einer bestimmten Wiederkehrzeit ermittelte Schadenspotenzial und die aus der Schadenswahrscheinlichkeit ermittelte Schadenserwartung.

Die Schäden werden für Wasserstände unterschiedlicher Jährlichkeiten berechnet. In dieser Studie wurden die Überschwemmungen für die Jährlichkeiten $T_n = 10, 100, \text{ und } 500 \text{ a}$ (entsprechend SRI 6, 7 und 10) betrachtet.

In Anlehnung an die DVWK-Mitteilungen Nr. 10, „Ökonomische Bewertung von Hochwasserschutzwirkungen“ (DVWK 1985) wird zwischen den folgenden Nutzungskategorien bzw. Auswirkungen unterschieden:

- Sachschäden
- privater Wohnbereich (Gebäude, Inventar, Hof und Garten)
- Öffentliche Einrichtungen
- Einrichtungen von Handel und Gewerbe (Gebäude, Inventar, Lagerbestände, Produktionsausfall)
- Industrie (Gebäude, Inventar, Lagerbestände, Produktionsausfall, Folgekosten (Vertragsstrafen))
- Landwirtschaft (Gebäude, Inventar, Lagerbestände, Produktionsausfall)
- sonstige Infrastruktureinrichtungen (Verkehrs-, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Folgeschäden (Stromausfall, Verkehrsumleitungen))
- Landschaft (Landschaftselemente, Bodenabtrag, Verschlammung)
- Schäden an land- und forstwirtschaftlichen Kulturen und Böden (Grünland, Ackerland, Sonderkulturen, Forsten)
- Produktions- und Bodenwertänderungen
- Aufwandsänderungen
- Indirekte und induzierte Einkommenseffekte

Die Schadenserhebung basiert auf einem vereinfachten Verfahren (mesoskalisch) und beschränkt sich bei dieser Untersuchung auf die Berechnung von Sachschäden an Inventar und Gebäuden. Hierbei werden die Gebäude als Punkte aus dem ALKIS-Sekundärdatenbestand erfasst und mithilfe von weiteren GIS-Daten (DLM, DGM1, DOP) deren Nutzung (Gewerbe, private Wohngebäude usw.) und Höhenlage bestimmt.

Schäden an land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie an der Infrastruktur wurden nicht berechnet. Personenschäden und Viehschäden wurden ebenfalls nicht monetär bewertet. Die Berechnungen wurden mit dem Programm HWS-GIS 2.0 durchgeführt. Grundlage des Programms bilden die Schadensfunktionen aus der HOWAS-Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Eine Beschreibung des Programms HWS-GIS kann bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

Die Bestimmung der betroffenen Objekte erfolgte durch Verschneidung bzw. Abgleich mit den Überschwemmungsflächen oder den Starkregengefahrenkarten der entsprechenden Jährlichkeiten (bzw. SRI). Insgesamt wurden 1.676 Objekte für die Schadensberechnung verwendet. Hiervon wurden für 1.154 Objekte bei einem 100-jährlichen Ereignis Schäden berechnet. Hierbei würden Schäden in Höhe von insgesamt ca. 90,5 Mio. € entstehen. Die Ergebnisse der Schadensberechnung sind in der folgenden Tabelle und Grafik enthalten.

Tabelle 6-1: Schadenspotenziale und Schadenserwartung je Hotspot

Hotspot Nr.	Objekte Anzahl	Vermögen €	S500 €	S100 €	S10 €	S-Erwart. €/a
SM1	4	512.333	74.250	51.978	1.877	3.022
SB1	113	30.479.412	6.745.956	5.337.421	92.172	297.274
LE1	9	1.633.666	198.031	109.251	8.353	6.939
LE2	86	13.217.503	2.982.802	2.006.601	49.905	114.996
LE3	49	9.920.188	2.381.086	1.671.488	24.164	93.723
LE4	24	7.351.874	1.867.635	966.779	19.638	56.708
MI1	18	3.370.708	972.394	784.898	3.700	42.701
MI2	45	6.087.709	1.423.012	314.368	183.790	38.556
MI3	16	5.127.638	2.517.098	1.622.160	6.000	90.124
MI4	136	20.241.226	3.368.511	2.830.178	27.667	154.781
MI5	148	263.063.045	68.053.614	38.593.918	8.667	2.164.140
MI8	21	1.384.946	388.346	278.650	4.333	15.619
MI9	24	2.118.999	221.800	105.196	6.149	6.626
MI10	7	902.000	87.433	32.433	5.933	2.503
MI12	102	87.712.664	25.954.356	14.914.031	21.500	836.647
MI13	5	1.015.000	138.095	93.095	4.776	5.568
BR1	50	8.499.178	2.115.534	1.433.833	22.462	80.854
VA1	8	1.637.333	282.354	210.687	5.373	11.964
VA2	5	948.333	265.138	153.627	2.615	8.837
VA3	69	12.025.045	1.523.063	899.180	44.088	54.340
LU1	9	1.353.999	463.617	378.633	243.053	43.498
LU2	81	15.589.411	3.399.236	2.417.273	49.426	136.739
OS1	11	1.786.897	229.757	214.568	6.721	12.071
OS2	95	40.143.320	5.146.698	4.276.119	61.671	235.975
HO1	94	10.385.442	1.082.586	629.586	31.163	38.141
HO2	15	1.640.999	238.997	120.720	8.162	7.647
BE1	12	4.025.449	740.000	735.000	3.557	39.313
AU1	44	9.718.204	1.850.204	1.414.827	19.042	78.536
AU2	6	739.925	130.830	108.497	3.222	6.146
KO1	30	4.295.430	571.661	403.593	10.748	23.084
FI1	8	925.693	128.528	65.704	4.622	4.173
BL1	11	30.064.342	5.683.359	5.115.215	41.948	277.364
BL2	2	326.000	57.150	47.150	2.000	2.729
MO8	51	8.160.995	1.146.044	904.974	21.522	50.972
MO9	56	8.583.328	1.158.736	888.414	20.600	50.124
MO10	40	5.156.664	479.009	290.496	36.701	19.637
WU1	54	433.333	130.000	43.333	4.333	3.055
WU2	58	400.000	120.000	40.000	4.000	2.820

Die höchsten Schäden treten beim Hotspot MI5 am Mirker Bach auf, weil hier einerseits sehr viele Gebäude mit hohen Vermögenswerten stehen, aber andererseits auch hohe Wasserstände auftreten.

Die Schadenserwartung über alle Hotspots liegt in der Summe bei ca. 5,1 Mio. € pro Jahr.

Die Schadenspotenziale, die Schadenserwartung und die Funktion der Schadenswahrscheinlichkeit sind für die Hotspots in den Steckbriefen auf Seite 6 dargestellt.

6.2 Wirtschaftliche Investitionskosten

Mithilfe der Schadenspotenziale kann zurückgerechnet werden, wie hoch die Investitionen für Schutzmaßnahmen maximal sein dürfen, damit sie unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll wären. Dafür muss das Kosten-Nutzen-Verhältnis (Investitionskosten / Schadenspotenzial) gleich oder kleiner 1 sein. Für die Rückrechnung wird angenommen, dass mit den fiktiven Maßnahmen der Schaden je nach Wiederkehrzeit nur teilweise verhindert werden kann:

Tabelle 6-2: Angenommene Schadensminderungen in Abhängigkeit der Wiederkehrzeit

HQ	HQ ₁	HQ ₁₀	HQ ₁₀₀	HQ ₅₀₀
Minderung	100%	90%	70%	50%

Tabelle 6-3: Rückgerechnete Investitionskosten je Hotspot

Hotspot	Schadenspotenzial HQ100 Istzustand	Schadenserwartung Istzustand	Schadenserwartung Planzustand	Schadensminderung bei Ereignis HQ100	Minderung der Schadenserwartung	zurückgerechnete max. Investitionssumme
Nr.	€	€/a	€/a	€	€/a	€
SM1	51.978	3.022	931	36.378	2.091	50.205
SB1	5.337.421	297.274	92.820	3.736.321	204.454	4.909.250
LE1	109.251	6.939	2.074	76.551	4.865	116.807
LE2	2.006.601	114.996	35.944	1.404.501	79.052	1.898.154
LE3	1.671.488	93.723	29.554	1.170.188	64.169	1.540.800
LE4	966.779	56.708	18.141	676.679	38.567	926.063
MI1	784.898	42.701	13.522	549.398	29.180	700.646
MI2	314.368	38.556	9.210	220.168	29.346	704.649
MI3	1.622.160	90.124	28.934	1.135.560	61.190	1.469.261
MI4	2.830.178	154.781	48.605	1.981.178	106.176	2.549.449
MI5	38.593.918	2.164.140	703.525	27.015.718	1.460.614	35.071.577
MI8	278.650	15.619	4.915	194.950	10.704	257.010
MI9	105.196	6.626	2.045	73.696	4.581	110.008
MI10	32.433	2.503	701	22.833	1.801	43.249
MI12	14.914.031	836.647	271.353	10.439.831	565.295	13.573.585
MI13	93.095	5.568	1.691	65.195	3.877	93.096
BR1	1.433.833	80.854	25.521	1.003.633	55.333	1.328.629
VA1	210.687	11.964	3.713	147.387	8.250	198.104
VA2	153.627	8.837	2.822	107.427	6.014	144.416
VA3	899.180	54.340	16.679	629.480	37.661	904.301
LU1	378.633	43.498	8.808	264.933	34.690	832.953
LU2	2.417.273	136.739	42.793	1.692.173	93.945	2.255.773
OS1	214.568	12.071	3.687	150.068	8.384	201.320
OS2	4.276.119	235.975	73.740	2.993.319	162.235	3.895.515
HO1	629.586	38.141	11.722	440.586	26.419	634.361
HO2	120.720	7.647	2.333	84.420	5.314	127.596

Hotspot	Schadenspotenzial HQ100 Istzustand	Schadens-erwartung Istzustand	Schadens-erwartung Plan-zustand	Schadens-minderung bei Ereignis HQ100	Minderung der Scha-dens-erwartung	zurück-gerechnete max. Investi-tionssumme
BE1	735.000	39.313	12.323	514.500	26.990	648.081
AU1	1.414.827	78.536	24.681	990.327	53.855	1.293.148
AU2	108.497	6.146	1.878	76.097	4.268	102.474
KO1	403.593	23.084	7.187	282.393	15.896	381.698
FI1	65.704	4.173	1.276	45.904	2.897	69.560
BL1	5.115.215	277.364	86.956	3.580.715	190.409	4.571.999
BL2	47.150	2.729	824	33.050	1.905	45.743
MO8	904.974	50.972	15.805	633.474	35.168	844.437
MO9	888.414	50.124	15.571	622.014	34.553	829.674
MO10	290.496	19.637	5.573	203.496	14.064	337.707
WU1	43.333	3.055	930	30.433	2.125	51.022
WU2	40.000	2.820	866	28.000	1.954	46.919

Soll ein Schutz zu einem 100-jährlichen Ereignis erreicht werden, wären für alle 38 Hotspots in der Summe Investitionen bis zu einer Höhe von ca. 84 Mio. € unter ökonomischen Gesichtspunkten vertretbar.

Diese Kosten-Nutzen-Bewertung kann aber nicht das einzige Kriterium für eine Schutzgradfestlegung und entsprechende Maßnahmen sein. Andere wichtige Kriterien sind beispielsweise Bestandsschutz, Risiko von Gefährdungen, Bezahlbarkeit der Maßnahmen (Kommunaler Haushalt), Realisierbarkeit (Zeitkonflikte, Genehmigungsfähigkeit) und Akzeptanz bei den Betroffenen, Umweltauswirkungen und viele weitere Aspekte.

6.3 Nichtmonetäres Schadenspotenzial (Umweltbetroffenheit / Umweltwirkung)

Anstatt wie in manchen Studien und Untersuchungen in denen sogenannte Ökosystemdienstleistungen monetär bewertet werden, wird hier zur Beurteilung der Umweltauswirkungen ein Punktesystem verwendet. Es wurde versucht zu bewerten, welche Auswirkungen eine Überschwemmung an einem Hotspot auf folgende Kategorien (Güter oder Leistungen) hat:

Tabelle 6-4: Kategorien und deren Gewichtung zur Beurteilung der Umweltwirkung

Bewertung nicht monetär	Gewichtung
Imageschaden	2,8%
Sensible Objekte	19,4%
Personenschäden	20,8%
Rettungswege/Mobilität	12,5%
Denkmäler	4,2%
Einschränkung Stadtentwicklung	8,3%
Stadtbild	5,6%
Ökologie	13,9%
Mikroklima	12,5%

Auf dem Workshop am 10.07.2018 wurden mit allen Beteiligten die o.g. Kategorien und die entsprechende Gewichtung festgelegt.

Zu jeder Kategorie wurden Noten bzw. Punkte in Abhängigkeit des möglichen Ausmaßes (Anzahl und Schwere der Auswirkung) durch ein Ereignis (hier: Hochwasser bzw. Sturzflut) festgelegt. So ergeben sich folgende maximale Punkte je Kategorie:

Tabelle 6-5: Bewertung der Umweltwirkung zugehörige maximal erreichbare Punkte

Bewertung nicht monetär	max. Punkte	max. Bewertung / Betroffenheit
Imageschaden	5	sehr viele Gewerbebetriebe und private Gebäude gefährdet
Sensible Objekte	4	sehr viele sensible Objekte vorhanden (z.B. IED-Anlagen, Kitas, öffentliche Gebäude)
Personenschäden	4	sehr viel Einwohner gefährdet
Rettungswege/Mobilität	5	Einstau sehr vieler Straßen, große Wassertiefen
Denkmäler	4	sehr viele Baudenkmäler betroffen
Einschränkung Stadtentwicklung	3	große Einschränkung der Stadtentwicklung
Stadtbild	3	große Auswirkungen auf das Stadtbild
Ökologie	3	viele Schutzgebiete vorhanden, hohe Belastung des Gewässers
Mikroklima	3	hohe Auswirkung auf das Mikroklima
Summe max.	34	entspricht maximale Beeinträchtigung

Die minimale Punktzahl ist Null. Die Punkte steigen mit Zunahme der negativen Wirkung auf die Umwelt an. Als Beispiel wird nachfolgend die Punktevergabe für die Kategorie Rettungswege/Mobilität dargestellt:

Tabelle 6-6: Punktevergabe am Beispiel für die Kategorie Rettungswege/Mobilität

Punkte	Bewertung/ Betroffenheit Rettungswege/Mobilität
0	keine Straßen betroffen
1	Einstau weniger Straßen, geringe Wassertiefen
2	Einstau einiger Straßen, geringe Wassertiefen
3	Einstau vieler Straßen, geringe Wassertiefen
4	Einstau sehr vieler Straßen, geringe Wassertiefen
2	Einstau weniger Straßen, große Wassertiefen
3	Einstau einiger Straßen, große Wassertiefen
4	Einstau vieler Straßen, große Wassertiefen
5	Einstau sehr vieler Straßen, große Wassertiefen

Für jeden Hotspot wurden die Auswirkungen der Überschwemmung (Betroffenheit) auf die Umwelt entsprechend der o.g. Kategorien geprüft. Nicht bewertet werden konnten bisher die Auswirkungen auf die Kategorien „Einschränkung Stadtentwicklung“, „Stadtbild“ und „Mikroklima“. Hier sind bisher keine entsprechenden Parameter bzw. Übertragungswerte zur verlässlichen Beurteilung bekannt.

Die Bewertungen und die Punktzahl je Kategorie sind in den Steckbriefen auf Seite 6 (nicht monetäres Schadenspotenzial) dargestellt.

Die Gesamtvulnerabilität je Hotspot ergibt sich als Summe aus der Multiplikation der Gewichtung mit den jeweiligen Punkten der Kategorie. Die maximale Gesamtvulnerabilität beträgt 3,75 (entspricht der höchsten Empfindlichkeit bzw. die größte Auswirkung auf die Umwelt).

Die höchste Gesamtvulnerabilität mit 2,4 bis 1,5 haben die Hotspots am Mirker Bach (Rang 1 bis Rang 4: MI4, MI12, MI5, MI2).

7 Erarbeitung von geeigneten Schutzmaßnahmen

Die bereits in den vorliegenden Untersuchungen erarbeiteten Hochwasserschutzmaßnahmen wurden ausgewertet und in die Steckbriefdatenbank übernommen. Ergänzend wurden Maßnahmenvorplanungen oder -ideen von den Beteiligten aufgenommen sowie ggf. für diese Bereiche ergänzende Maßnahmen vorgeschlagen.

Für alle weiteren Hotspots, für die keine Maßnahmenplanungen vorliegen, wurden auf der Basis einer Maßnahmenliste potenzielle Maßnahmen in Abstimmung mit den Beteiligten angesetzt. Die Maßnahmenplanungen besitzen hierbei höchstens Vorplanungsniveau.

Möglich Maßnahmen wurden in einer Maßnahmentypliste zusammengestellt:

Tabelle 7-1: Maßnahmentypliste

M_ID	Beschreibung
Maßnahmen im Kanalnetz (Ableitung, Verteilung und Rückhalt von Kanalabflüssen)	
M1.01	Vergrößerung der Rohrdurchmesser (z.B. Sanierungsstrecken)
M1.02	Erhöhung der Weiterleitung in Bauwerken (Drosseln bei RRB, RÜB, RÜ)
M1.03	Zusätzliches Retentionsvolumen im Kanal (RRB im Kanalnetz)
M1.04	Zentrale Versickerungsanlagen
M1.05	Überleitung zu Kanalstrecken mit noch vorhandener Kapazität
M1.06	Steuerung/Regelung des Kanalnetzes und vorhandener Bauwerke (evtl. Vorhersagemodell)
M1.07	Druckdichte Schachtdeckel
M1.08	Rückstausicherungen bei Einleitungen in Gewässer
M1.09	Straßen Profil zur oberirdischen Zwischenspeicherung und Ableitung nutzen
M1.10	Nutzung vorhandener Mulden (ohne Schadenspotenzial) zur Zwischenspeicherung
M1.11	Reinigung des Kanalsystems und der Straßeneinläufe
Maßnahmen auf angeschlossenen Flächen (Reduzierung der Zuflüsse zum Kanalnetz)	
M2.01	Abkopplung von Flächen von Kanalnetz (Direkteinleitung ins Gewässer oder Versickerung)
M2.02	Verminderung weiterer Flächenversiegelung/Bebauung, Entsiegelung
M2.03	Begrünung von Dachflächen, durchlässiger Belag bei geeigneten Straßen und Plätzen
M2.04	Retentionszisternen und dezentrale Versickerungsanlagen (Mulden, Rigolen)
M2.05	Angeschlossene Flächen im Siedlungsgebiet: Einleitung begrenzen durch Rückhalt oder Versickerung
M2.06	Angeschlossene Außengebiete: Umwandlung von Ackerland in Grünland oder Wald
M2.07	Angeschlossene Außengebiete: Abflussmindernde Flächenbewirtschaftung auf Äckern
M2.08	Angeschlossene Außengebiete: naturnahe Straßen-, Wege- und Feldseitengräben anlegen
Maßnahmen an Gewässern und im Gelände (Rückhalt, Ableitung, Schutz)	
M3.01	Erhaltung und Schaffung von natürlichen Retentionsraum (Renaturierungen, Aufweitung der Aue, Gewässerrandstreifen)
M3.02	Zwischenspeicherung in Rückhaltebecken (RRB, HRB)
M3.03	Gelände modellieren, aufhöhen (Gefälle weg von Gebäuden, Schaffung von Flutmulden)

M_ID	Beschreibung
M3.04	Beseitigung von Abflusshindernissen (Durchlässe, Brücken, Engstellen, Bewuchs)
M3.05	Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch Profilvergrößerung Gewässer
M3.06	Notwasserwege schaffen und sichern (z.B. Bordsteine erhöhen; Ableitung zu Flächen ohne Schadenspotenzial)
M3.07	Hochwasserschutzmaßnahmen entlang der Gewässer (Schutzmauer, Verwallung, Schwelle, Hochwasserschutztor)
M3.08	Mobile Hochwasserschutzmaßnahmen (Tore, Dammbalken, Sandsäcke, Folien)
Maßnahmen an gefährdeten Objekten, insbesondere wichtige Infrastruktureinrichtungen	
M4.01	Verlagerung von gefährdeten Objekten
M4.02	Rückstausicherungen
M4.03	Gelände modellieren (Gefälle weg von Gebäuden)
M4.04	Objektschutz durch Mauern, Verwallungen, Schwellen, Hochwasserschutztor
M4.05	Objektschutz durch mobile Maßnahmen (Tore, Dammbalken, Sandsäcke, Folien)
M4.06	Abdichtung der Gebäude (Kellerfenster, Türen, Mauern)
M4.07	Sicherung der Gebäude (Erhöhung Eingang) und Inventar (Auftriebssicherung Öltank)
M4.08	Wasserdichte Ausführung aller Leitungsdurchführungen durch die Außenwand
M4.09	Maßnahmen gegen aufsteigendes Grundwasser (Keller als "weiße" oder "schwarze" Wanne)
Flankierende Maßnahmen	
M5.01	Gefahren- und Risikoanalyse und -Bewertung
M5.02	Information der Öffentlichkeit mittels Beratung, Broschüren, Karten, Internet
M5.03	Warnung vor Sturzflutereignis (DWD-Vorhersage oder lokale Warndienste, App)
M5.04	Sofort-, Rettungs-, Sicherungs- und schadensmindernde Maßnahmen Feuerwehr / Polizei / Katastrophenschutz
M5.05	Übungen (Rettungs-, Vorsorge-)
M5.06	Versicherungslösungen (Elementarschadenversicherung)

Aus dieser Maßnahmenliste wurden entsprechend der Gefährdung bzw. des Gefährdungspotenzials sowie den örtlichen Verhältnissen (verfügbarer Platz, städtische Fläche vorhanden) Maßnahmen gewählt. Bereits vorhandene Maßnahmenplanungen wurden anhand der Liste einsortiert.

Die Maßnahmenwirkungen wurden aus den vorhandenen Untersuchungen übernommen bzw. abgeschätzt. Es wurde angenommen, dass die Wirkung der Maßnahme bzw. die Schadensminderung (= Nutzen) mit kleiner werdender Wahrscheinlichkeit des Ereignisses abnimmt. Folgende Schadensminderungen wurden festgelegt: HQ10/<SRI6: 90%, HQ100/SRI7: 70%, HQ500/SRI10: 50% (vgl. Tabelle 6-2).

Es wurden bis zu drei Maßnahmenvorschläge als Alternative oder in Kombination in den Steckbriefen gemacht. Die potenziellen Kosten der jeweiligen Maßnahmen wurden auf der Grundlage von Einheitspreisen überschlägig ermittelt. Die Kosten der Maßnahme 1 (in den Steckbriefen) wurde den vermiedenen Schäden gegenübergestellt und das Kosten-Nutzen-Verhältnis berechnet. Maßnahmen die auf weitere Hotspots im Unterlauf eine Wirkung haben, konnten beim Kosten-Nutzen-Verhältnis entsprechend besser bewertet werden.

Die Maßnahmen sind je Hotspot jeweils auf der Seite 7 der Steckbriefe mit Angabe der Kosten, des Kosten-Nutzen-Verhältnisses und der voraussichtlichen Verantwortlichkeit aufgelistet.

8 Bewertung und Priorisierung der Hotspots

Für die Hotspots wurden für die bisher bewerteten maßgeblichen Kriterien Ranglisten bzw. Priorisierungen erstellt. Das sind einmal das monetäre Schadenspotenzial, die Umweltauswirkungen und das Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Tabelle 8-1: Priorisierung in Abhängigkeit des Schadenspotenzials, der Umweltauswirkungen und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses (KNV)

HotSpot	Serwart	S-Rang	HotSpot	Ges.- Vul.	U-Rang	HotSpot	KNV	M-Rang
MI5	2164140	1	MI4	2,38	1	MI4	0,01	1
MI12	836647	2	MI12	2,14	2	MI3	0,02	2
SB1	297274	3	MI5	1,96	3	MI2	0,04	3
BL1	277364	4	MI2	1,53	4	MI5	0,07	4
OS2	235975	5	LE3	1,49	5	VA1	0,08	5
MI4	154781	6	LE2	1,40	6	OS2	0,09	6
LU2	136739	7	BR1	1,39	7	LE3	0,10	7
LE2	114996	8	OS2	1,36	8	BL2	0,11	8
LE3	93723	9	SB1	1,35	9	LU1	0,12	9
MI3	90124	10	MI3	1,33	10	AU2	0,16	10
BR1	80854	11	LE4	1,27	11	LE2	0,16	11
AU1	78536	12	WU2	1,27	12	MI10	0,18	12
LE4	56708	13	LU2	1,24	13	MI12	0,22	13
VA3	54340	14	MO8	1,21	14	LE4	0,32	14
MO8	50972	15	MO9	1,21	15	LE1	0,39	15
MO9	50124	16	HO1	1,18	16	BE1	0,39	16
MI1	42701	17	VA3	1,11	17	VA3	0,40	17
BE1	39313	18	AU1	1,04	18	LU2	0,48	18
HO1	38141	19	OS1	1,04	19	MO8	0,49	19
LU1	43497,5	20	MI1	1,03	20	MO9	0,49	20
MI2	38556	21	HO2	1,00	21	AU1	0,52	21
KO1	23084	22	WU1	0,99	22	MI8	0,58	22
MO10	19637	23	KO1	0,95	23	BR1	0,95	23
MI8	15619	24	MI8	0,89	24	HO1	0,96	24
OS1	12071	25	LE1	0,88	25	VA2	1,04	25
VA1	11964	26	VA2	0,88	26	OS1	1,74	26
VA2	8837	27	BL1	0,83	27	WU2	2,13	27
HO2	7647	28	MO10	0,78	28	KO1	2,52	28
LE1	6939	29	FI1	0,75	29	MI9	2,73	29
MI9	6626	30	LU1	0,74	30	MI1	4,28	30
AU2	6146	31	MI10	0,71	31	MI13	4,30	31
MI13	5568	32	MI13	0,71	32	HO2	4,78	32
FI1	4173	33	BE1	0,65	33	FI1	7,04	33
SM1	3022	34	AU2	0,63	34	WU1	9,80	34
WU1	3055	35	SM1	0,50	35	SM1	-	38
BL2	2729	36	MI9	0,47	36	SB1	-	38
WU2	2820	37	BL2	0,29	37	BL1	-	38
MI10	2503	38	VA1	0,29	38	MO10	-	38

Die Hotspots mit den höchsten Schadenspotenzialen bzw. Schadenserwartungswerten haben meist auch eine hohe Gesamtvulnerabilität und auch ein gutes (< 1) Kosten-Nutzen-Verhältnis. Die einzelnen Ränge wurden je Hotspot gemittelt und so die Gesamtpriorisierung (RangGes) erstellt.

Tabelle 8-2: Gesamt-Priorisierung als Mittelwert aus den bewerteten Kriterien

HotSpot	PlatzS	PlatzU	MRang	Mittelw_alle	RangGes
MI4	6	1	1	3	1
MI5	1	3	4	3	1
OS2	5	8	6	6	2
MI12	2	2	13	6	2
MI3	10	10	2	7	3
LE3	9	5	7	7	3
LE2	8	6	11	8	4
MI2	21	4	3	9	5
LE4	13	11	14	13	6
LU2	7	13	18	13	6
BR1	11	7	23	14	7
VA3	14	17	17	16	8
MO8	15	14	19	16	8
MO9	16	15	20	17	9
AU1	12	18	21	17	9
SB1	3	9	38	17	9
HO1	19	16	24	20	10
LU1	20	30	9	20	11
BE1	18	33	16	22	12
MI1	17	20	30	22	12
VA1	26	38	5	23	13
LE1	29	25	15	23	13
MI8	24	24	22	23	13
OS1	25	19	26	23	13
BL1	4	27	38	23	13
KO1	22	23	28	24	14
AU2	31	34	10	25	15
WU2	37	12	27	25	15
VA2	27	26	25	26	16
BL2	36	37	8	27	17
MI10	38	31	12	27	17
HO2	28	21	32	27	17
WU1	35	22	34	30	18
MO10	23	28	38	30	18
MI13	32	32	31	32	19
MI9	30	36	29	32	20
FI1	33	29	33	32	20
SM1	34	35	38	36	21

Da einige Hotspots den gleichen Mittelwert haben gibt es für die Gesamtpriorisierung nur 21 Ränge. Den Rang 1 teilen sich die beiden Hotspots MI4 und MI5, den Rang 2 hat OS2 und MI12, Platz 3 fällt auf MI3 und LE3 usw.

Die Bewertung und Priorisierung ist in den Steckbriefen auf der Seite 8 zusammenfassend dargestellt.

9 Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme

Hydrotec (2017): Hochwasser-Prioritätenkonzept für die Stadt Wuppertal - Phase 1: Datensichtung, im Auftrag des Wupperverbands

DVWK Mitteilung Nr. 10: Ökonomische Bewertung von Hochwasserschutzwirkungen, Bonn 1985

Internetressourcen:

Stadt Wuppertal: Starkregengefahrenkarte abrufbar unter:

<https://www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/umweltschutz/immission/starkregen.php>

Verwendete EDV-Programmsysteme

- | | |
|------------------------|--|
| ArcGIS®, Version 10.4 | - ESRI, Redlands (CA), USA |
| ArcView®, Version 3.3 | - ESRI, Redlands (CA), USA |
| NASIM®, Version 4.7.4 | - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |
| TimeView®, Version 2.6 | - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen |