

TEIL I:**Kurzbericht zum Teilvorhaben:****Gelsenkirchener Warn- und Handlungskonzept – GE-warnt – bei Starkregen und urbanen Sturzfluten**

Verbundname:	KI-basiertes Warnsystem vor Starkregen und urbanen Sturzfluten (KIWaSuS)
Teilvorhaben:	Gelsenkirchener Warn- und Handlungskonzept – GE-warnt – bei Starkregen und urbanen Sturzfluten
Fördermittelgebern	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Projekträger	VDI Technologiezentrum GmbH
Förderkennzeichen:	13N15560
Zuwendungsempfänger:	Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH
Laufzeit des Vorhabens:	01.04.2021 – 31.03.2024
Berichtszeitraum:	01.04.2021 – 31.03.2024

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

STADTENTWÄSSERUNG IN GELSENKIRCHEN.

1 Aufgaben und Ziele des Verbundforschungsvorhabens

Als Folge des Klimawandels nehmen Starkregen und daraus resultierende urbane Sturzfluten (Überflutungen) immer mehr zu. Aufgrund der konvektiven Charakteristik sommerlicher Niederschläge sowie des hohen Versiegelungsgrades urbaner Gebiete sind Sturzfluten häufig durch kurze Vorwarnzeiten zwischen konkreter Vorhersagemöglichkeit und Ereigniseintritt gekennzeichnet. Darüber hinaus treten diese Ereignisse oft lokal begrenzt auf, sodass offizielle Warnmeldungen, beispielsweise des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die sich häufig allgemein über große räumliche Flächen erstrecken, zu Fehlalarmen führen.

Das Verbundforschungsvorhaben KIWaSuS setzt sich daher zum Ziel, ein Echtzeitwarn- und Echtzeitmanagementsystem für urbane Sturzfluten unter Einsatz von KI-Verfahren zu entwickeln, um so die Vorwarnzeiten signifikant zu erhöhen. Insbesondere kommen dabei maschinelle Lernverfahren zur Anwendung.

Zur Erreichung dieses Zieles wurden die nachfolgenden Arbeitspakete (AP) aufgestellt und bearbeitet:

- AP 1: Projektleitung und Koordination
- AP 2: Entwicklung eines LowCost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz
- AP 3: KI basiertes Datenqualitätsmanagement
- AP 4: Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche
- AP 5: Entwicklung eines Niederschlagsvorhersagemodells
- AP 6: Entwicklung eines Modells zur Überflutungsvorhersagemodells
- AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes

2 Aufgaben und Ziele des Teilvorhabens

Die Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH (AGG) als kommunaler Infrastrukturbetreiber, sowie Praxispartner und Anwender eines Vorhersagemodells, wirkte zur Zielerreichung in folgenden Arbeitspaketen des Verbundforschungsvorhabens mit:

- AP 2: Entwicklung eines LowCost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz
- AP 4: Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche
- AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes

Ziele des Teilvorhabens waren für die AGG, die Erstellung eines Warn- und Handlungskonzeptes für den Ereignisfall sowie eines Schulungskonzeptes zur Qualifizierung von Anwendern. Dafür waren die zu beteiligten Akteure zu benennen, Handlungskonzepte zu erstellen und in bestehende Konzepte zu integrieren und Warnprozesse und Warnstufen zu erarbeiten. Ebenso war eine Begleitung der Verbundpartner in ihren Arbeitspaketen erforderlich um das gemeinsam entwickelten Echtzeitwarnsystem zusammen mit den kommunalen Akteuren in der Praxis zu erproben und so den Mehrwert für die Anwender darzustellen. Das erarbeitete Warn- und Handlungskonzept soll in das kommunale Krisenmanagement implementiert werden.

3 Darstellung der Projektergebnisse

3.1 AP 2: Unterstützung bei der Entwicklung eines LowCost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz

Die Festlegung eines geeigneten Projektgebietes erfolgte gemeinsam mit der GELSENWASSER AG (GW) anhand der Abschätzung der Starkregenvulnerabilität, auf Grundlage von Betriebserfahrungen als kommunaler Netzbetreiber, insbesondere derer aus vorangegangenen Starkregenereignissen.

Als Netzbetreiber hat die Stadtentwässerung Gelsenkirchen alle Arbeiten in und an der öffentlichen Abwasseranlage begleitet und die GW bei der Auswahl der Standorte sowie Einbau, Ausbau und Wartung der Sensoren unterstützt.

3.2 AP4: Unterstützung bei Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche

Das Hauptaugenmerk im Arbeitspaket 4 lag darauf, die Ergebnisse aus der Anforderungsanalyse und aus der Erarbeitung des Warn- und Handlungskonzeptes aus AP 7 so aufzubereiten, dass daraus Anforderungen für die Datenplattform und Visualisierungsoberfläche formuliert werden konnten. In einem iterativen Prozess wurden die Anforderungen aus Sicht künftigen Nutzer in die Datenplattform und Visualisierungsoberfläche eingearbeitet.

3.3 AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes

Arbeitspaket 7 hatte die Erstellung eines Warn- und Handlungskonzeptes für den Starkregenfall, die Benennung wesentlicher Akteure, ihre Einbindung in die Konzepterstellung sowie eine Anforderungsanalyse und Erprobung des Warnsystems zum Ziel.

Das Arbeitspaket baut auf den Ergebnissen der Arbeitspakete 2 bis 6 auf und verknüpft das entwickelte Echtzeitwarnsystem mit dem kommunalen Handeln im Starkregenfall. Anhand der Niederschlags- und Überflutungsprognosen wurden Warnstufen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr definiert. In der Anforderungsanalyse wurde eruiert, dass das Warnkonzept in Anlehnung an dem zwischen der Unteren Wasserbehörde, der Kommune und den lokalen Wasserverbänden für den Hochwasserfall erarbeiteten Hochwasserinformationssystem aufgebaut werden sollte. Vorrangig soll das Warn- und Handlungskonzept die operativen Kräfte im Ereignisfall unterstützen. Als wesentliche Akteure wurden daher die Feuerwehr, der kommunale Kanalbetrieb und ggf. der Wasserverband identifiziert. Konkrete Handlungen im Rahmen einer aktiven Vorsorge leiten sich dabei für den Kanalbetrieb ab, während das Warn- und Handlungskonzept sowie das Echtzeitwarnsystem der Feuerwehr hauptsächlich als zusätzlicher Informationsdienst bei der Einsatzplanung dient. Die Anforderungen potentieller Anwender wurden erfasst und in die Entwicklung der Visualisierungsoberfläche integriert. Daraus entstand eine weiter ausbaubare Fachanwendung, die erfolgreich erprobt werden konnte. Die Anforderung der Feuerwehr sah für die Einsatzplanung darüber hinaus eine Implementierung der Daten in ihr Geoinformationssystem vor, eine entsprechende Einbindung der Niederschlags- und Überflutungsprognosen konnte über WMS-Dienste umgesetzt werden.

TEIL II:**Schlussbericht zum Teilvorhaben:****Gelsenkirchener Warn- und Handlungskonzept – GE-warnt – bei Starkregen und urbanen Sturzfluten**

Verbundname:	KI-basiertes Warnsystem vor Starkregen und urbanen Sturzfluten (KIWaSuS)
Teilvorhaben:	Gelsenkirchener Warn- und Handlungskonzept – GE-warnt – bei Starkregen und urbanen Sturzfluten
Fördermittelgeber:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Projekträger:	VDI Technologiezentrum GmbH
Förderkennzeichen:	13N15560
Zuwendungsempfänger:	Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH
Laufzeit des Vorhabens:	01.04.2021 – 31.03.2024
Berichtszeitraum:	01.04.2021 – 31.03.2024

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

STADTENTWÄSSERUNG IN GELSENKIRCHEN.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Ziele.....	4
2.1	Gesamtziel und Nutzen des Teilvorhabens	4
2.2	Mitwirkung zur Zielerreichung im Verbundprojekt und in den Arbeitspaketen des Verbundprojektes sowie Bezug zu den förderpolitischen Zielen.....	5
2.3	Stand der Wissenschaft und Technik und bisherige Arbeiten	6
3	Eingehende Darstellung der durchgeführten Arbeiten.....	7
3.1	AP2: Unterstützung bei „Entwicklung eines Low-Cost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz“	7
3.2	AP 4: Unterstützung bei Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche	9
3.3	AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes.....	9
3.3.1	Anforderungsanalyse und Erarbeitung eines Warn- und Handlungskonzeptes	10
3.3.2	Mit den Sicherheitsbehörden abgestimmtes Warn- und Handlungskonzept	16
3.3.3	Evaluation des Konzeptes durch Simulation vergangener Ereignisse.....	18
4	Geleistete Projektarbeit und Verwendung der Zuwendungen	19
4.1	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	19
4.2	Weitergehende Erläuterung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten.....	19
4.3	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung der Ergebnisse	20
4.3.1	Wissenschaftlich-technischer Nutzen und Anschlussfähigkeit	20
4.3.2	Wirtschaftlicher Nutzen und Anschlussfähigkeit	20
4.4	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	20
4.5	Veröffentlichungen	20
5	Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick	21

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Organigramm zum Verbundprojekt KIWaSuS	6
Abbildung 2:	Untersuchungsgebiet Gelsenkirchen-Ückendorf	8
Abbildung 3:	Gesamtsystem des Forschungsprojektes	9

Abbildung 4:Benutzeroberflächen für unterschiedliche Benutzergruppen	12
Abbildung 5: Benutzeroberfläche der Fachanwendung.....	13
Abbildung 6: WMS-Dienst der Benutzeroberfläche.....	14
Abbildung 7: Warn- und Handlungskonzept.....	17
Abbildung 8: Abgleich Überflutungsprognose mit Feuerwehreinsätzen	19
Abbildung 9: Social-Media Posting der Stadt Gelsenkirchen vom 22. Juni 2023 [2].....	23

Quellenverzeichnis:

[1] Hintergrundkarten: Stadt Gelsenkirchen | © Stadt Gelsenkirchen, Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0) | © Stadt Gelsenkirchen (2023), Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0), letzter Zugriff 31. Juli 2024

[2] Stadt Gelsenkirchen. (2023, 22. Juni). “Der Deutsche Wetterdienst hat eine...“. Facebook. <https://facebook.com/StadtGelsenkirchen/posts/pfbid02aQgQxq8vF1a9VLdGKp9ncmBN3PH5hbuQmCRaEk4aftn9Px8c7n13Ja67HECRaeLrl>
letzter Zugriff 31. Juli 2024

1 Einleitung

Der vorliegende Schlussbericht stellt neben dem Kurzbericht den zweiten Teil der Dokumentation des Verbundforschungsprojektes KIWaSuS dar. Inhalt dieser ausführlicheren Darstellung sind die im Rahmen des Teilvorhabens „Gelsenkirchener Warn- und Handlungskonzept – GE-warnt – bei Starkregen und urbanen Sturzfluten“ durchgeführten Arbeiten, insbesondere im Vergleich zur ursprünglichen Vorhabenbeschreibung. Ergänzend werden die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises, die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten, der voraussichtliche Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses und auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft sowie während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen und die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses erläutert.

2 Ziele

2.1 Gesamtziel und Nutzen des Teilvorhabens

Der Klimawandel lässt das Risiko urbaner Sturzfluten steigen. Die Stadt Gelsenkirchen war davon bereits mehrfach betroffen. In zwei aufeinander folgenden Jahren (2009 und 2010) kam es zu lokal auf einen Stadtteil begrenzte Starkregenereignisse (urbane Sturzfluten), die gezeigt haben, dass eine gezielte Warnung der Bevölkerung und ein frühzeitiges Einleiten von Gegenmaßnahmen aufgrund ungenauer Starkregenvorhersagen kaum möglich sind.

Nach den gewonnenen Erfahrungen mit Starkregenereignissen in Gelsenkirchen wurden als erste Schritte Karten mit Darstellung der Oberflächenfließwege erstellt, die im weiteren die Senken und Überflutungsgefahren erweitert wurden eingearbeitet. Diese werden mittlerweile als Arbeitsinstrument in der Stadtverwaltung eingesetzt und seit dem Jahr 2019 der Bevölkerung zugänglich gemacht.

Aufgrund der Charakteristik sommerlicher Niederschläge und des hohen Versiegelungsgrades urbaner Gebiete sind diese Sturzfluten durch kurze Vorlaufzeiten gekennzeichnet. Außerdem treten diese Ereignisse lokal begrenzt auf, sodass die offizielle Warnmeldungen (z. B. des Deutschen Wetterdienstes), die häufig für einen großen Raum ausgegeben werden, zu Fehlalarmierungen führen. Das Ziel des Gesamtverbundforschungsvorhabens KIWaSuS war es daher, ein Echtzeitwarn- und Echtzeitmanagementsystem für urbane Sturzfluten unter Einsatz von KI-Verfahren, insbesondere maschinellen Lernverfahren, zu entwickeln, um so die Vorwarnzeiten vor Sturzfluten im urbanen Raum signifikant zu erhöhen, diese besser zu lokalisieren und gleichzeitig wichtige Informationen für das kommunale Krisenmanagement bereitzustellen, um betroffene Bürger besser zu schützen.

Ziele dieses Teilvorhabens war für die Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbh (AGG), die Erstellung eines Warn- und Handlungskonzeptes für den Ereignisfall sowie eines Schulungskonzeptes zur Qualifizierung von Anwendern. Dafür waren die zu beteiligten Akteure zu benennen, Handlungskonzepte zu erstellen oder bestehende Konzepte zu ergänzen und Warnprozesse und Warnstufen zu erarbeiten. Außerdem war eine Begleitung der Verbundpartner in ihren Arbeitspaketen erforderlich und auf Basis des im Verbund entwickelten Echtzeitwarnsystems mit den kommunalen Akteuren das System in der Praxis zu erproben und den Mehrwert für die Anwender darzustellen. Das erarbeitete Warn- und

Handlungskonzept soll in das kommunale Krisenmanagement implementiert werden.

2.2 Mitwirkung zur Zielerreichung im Verbundprojekt und in den Arbeitspaketen des Verbundprojektes sowie Bezug zu den förderpolitischen Zielen

Das Teilvorhaben ist Teil des Verbundforschungsvorhabens „KI-basiertes Warnsystem vor Starkregen und urbanen Sturzfluten (KIWaSuS)“.

Die folgenden Verbundpartner und assoziierten Partner haben gemeinsam an den Zielen des Vorhabens mitgewirkt:

Verbundpartner
Hochschule Ruhr West (HRW)
GELSENWASSER AG (GW AG)
Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH (AGG)
Universität Duisburg Essen (UDE)
fuseki GmbH (früher neusta sd west GmbH)

Assoziierte Partner
Feuerwehr Gelsenkirchen
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)
EMSCHERGENOSSENSCHAFT und LIPPEVERBAND (EG/LV)
LAMBRECHT meteo GmbH
Provinzial Holding AG

Dazu wurde ein Kooperationsvertrag als Basis gemeinsamer Zusammenarbeit geschlossen. Arbeitspakete, Zeit- und Meilensteinplanungen wurden gemeinsam definiert. Neben regelmäßigen Jour fixe mit den Verbundpartnern und den assoziierten Partner erfolgten Verbundtreffen, Meilensteintreffen und eine Abschlussveranstaltung mit dem Projektträger.

Die AGG als Anwender, kommunaler Infrastrukturbetreiber und Praxispartner für ein Vorhersagesystem, wirkte zur Zielerreichung in den aufgeführten Arbeitspaketen (AP) mit:

- AP 2: Entwicklung eines LowCost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz (HRW Mess- und Sensortechnik und GW)
- AP 4: Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche (fuseki)
- AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes (GW)

Die Struktur des Verbundprojektes ist Abbildung 1 zu entnehmen.

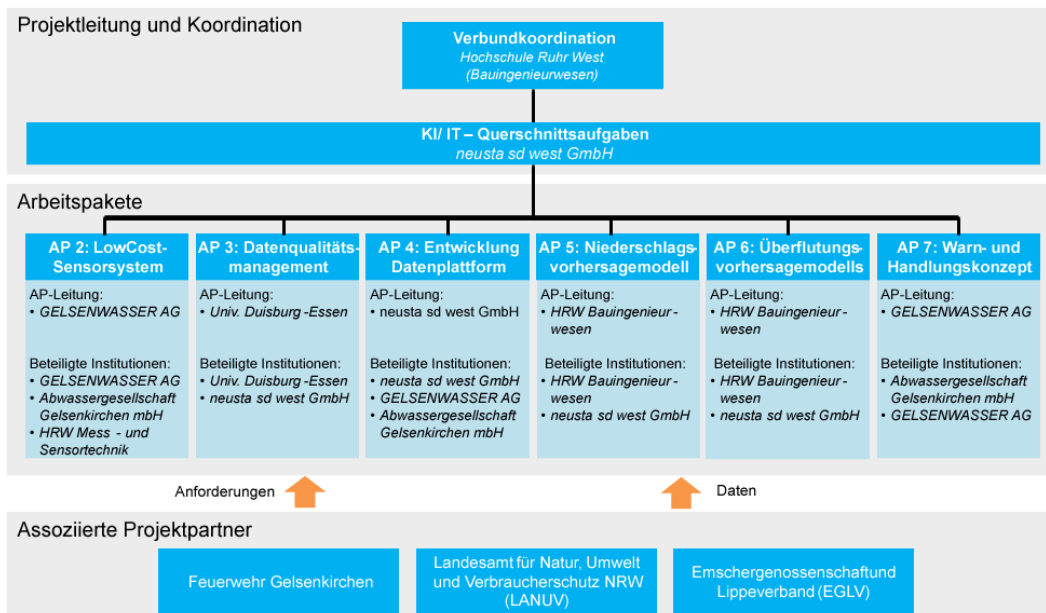


Abbildung 1: Organigramm zum Verbundprojekt KIWaSuS

Die Förderrichtlinie „Künstliche Intelligenz in der zivilen Sicherheitsforschung“ im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2018 bis 2023“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung stellt den Schutz der Gesellschaft und Wirtschaft vor Bedrohungen, bspw. durch Naturkatastrophen in den Vordergrund. Mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz sollen dazu Lösungen erarbeitet werden.

Ziel dieses Teilvorhabens, wie des Gesamtvorhabens, ist ein Früherkennungs- und Warnsysteme vor urbanen Sturzfluten zum Schutz und Rettung von Menschenleben und zum Schutz kritischer Infrastrukturen. Aufgrund des hohen, innovativen Potentials von KI sollte in diesem Vorhaben ein stark anwendungsbezogenes Werkzeug erarbeitet werden, das zur Steigerung der Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger im Starkregenfall beitragen soll.

Der interdisziplinäre Forschungsverbund, bestehend aus mehreren Projektpartnern aus Forschung, Wirtschaft und kommunalem Anwender suchte innovative Ansätze unter Einsatz künstlicher Intelligenz, um die Säulen des Sicherheitsforschungsprogramms zu stärken. Dabei handelt es sich um die Teilprogramme „Schutz und Rettung von Menschen“ sowie „Schutz kritischer Infrastrukturen“.

2.3 Stand der Wissenschaft und Technik und bisherige Arbeiten

Für die Gefahrenabwehr bei Starkregenereignissen existieren verschiedene Leitfäden und Handlungsanweisungen. Sie wird dabei in drei Stufen unterteilt: Vorsorge, Bewältigung und Nachsorge.

Die Vorsorge behandelt vorrangig bauliche Schutzmaßnahmen und beratende Tätigkeiten des Entwässerungsbetriebes für Bürger, Gewerbetreibende und Referate der jeweiligen Kommune, beispielsweise im Bereich der Stadtentwicklung und des Verkehrswegebbaus.

Unter **Bewältigung** versteht man die Maßnahmen und Aktivitäten, die während und unmittelbar nach einem Starkregenereignis ergriffen werden, um die Auswirkungen zu

kontrollieren und Schäden zu minimieren. Das Ziel ist, die Bevölkerung zu schützen, kritische Infrastrukturen zu erhalten und unmittelbare Gefahren abzuwenden. Zur Bewältigung soll dabei ein Warn- und Handlungskonzept zur Verfügung stehen, dass Einsätze beteiligter Akteure (Entwässerungsbetrieb, Feuerwehr u.a.) im Krisenfall informiert und koordiniert.

In der Nachsorge sind nach einem Starkregenereignis die Auswirkungen und die dadurch ausgelösten Maßnahmen zur Gefahrenabwehr auszuwerten. Diese Ergebnisse können wiederum iterativ die Bereiche Vorsorge und Bewältigung verbessern und optimieren. Der Umgang mit Starkregenereignissen erfordert eine enge und gut koordinierte Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure. Aktuell ist eine effiziente Alarm- und Einsatzplanung im Vorfeld nur anhand statischer Szenarien (z.B. anhand von Starkregengefahrenkarten) möglich.

Mit dem Forschungsvorhaben KIWaSuS wird die Entwicklung einer Kombination aus einem Echtzeitwarn- und Echtzeitmanagementsystem für Starkregenereignisse und dem kommunalen Handeln in Form eines Warn- und Handlungskonzeptes angestrebt. Dadurch können Maßnahmen zur Gefahrenabwehr im Krisenfall zielgerichteter gelenkt und eingesetzt und auch die Bevölkerung gezielter gewarnt werden. Durch das Echtzeitwarnsystem soll außerdem die Vorwarnzeit für Starkregenereignisse allgemein signifikant erhöht werden.

3 Eingehende Darstellung der durchgeführten Arbeiten

3.1 AP2: Unterstützung bei „Entwicklung eines Low-Cost-Sensorsystems zur Messung von Niederschlag und Abfluss im Kanalnetz“

Die Festlegung eines geeigneten Projektgebietes erfolgte gemeinsam mit der GW AG anhand der Abschätzung der Starkregenvulnerabilität auf Grundlage von Betriebserfahrungen als Netzbetreiber und Erkenntnisse vorangegangener Starkregenereignisse. Ebenso wurde die bestehende Datenverfügbarkeit der Gebiete abgewogen. Die Wahl fiel schlussendlich auf das Kanaleinzugsgebiet 3.219. Besonders hervorzuheben ist in diesem, im südlichen Stadtgebiet von Gelsenkirchen gelegenen Einzugsgebiet, dass es durch die von West nach Ost verlaufene Bahnlinie verkehrstechnisch durchschnitten ist. Daher muss der innerörtliche Verkehr diese Hindernisse mittels Unterführungen queren. Diese Unterführungen stellen nach Auswertung der Starkregengefahrenkarte Überflutungsschwerpunkte dar und bergen daher das Potential in Nord-Süd-Achse verlaufende Rettungswege zu blockieren. Für das Untersuchungsgebiet bedeutet dies, dass die nördlich angrenzende Polizeiwache Gelsenkirchen und die Hauptfeuerwache Gelsenkirchen die Unterführungen der Bahnlinie im Starkregenfall ggf. nicht passieren können.

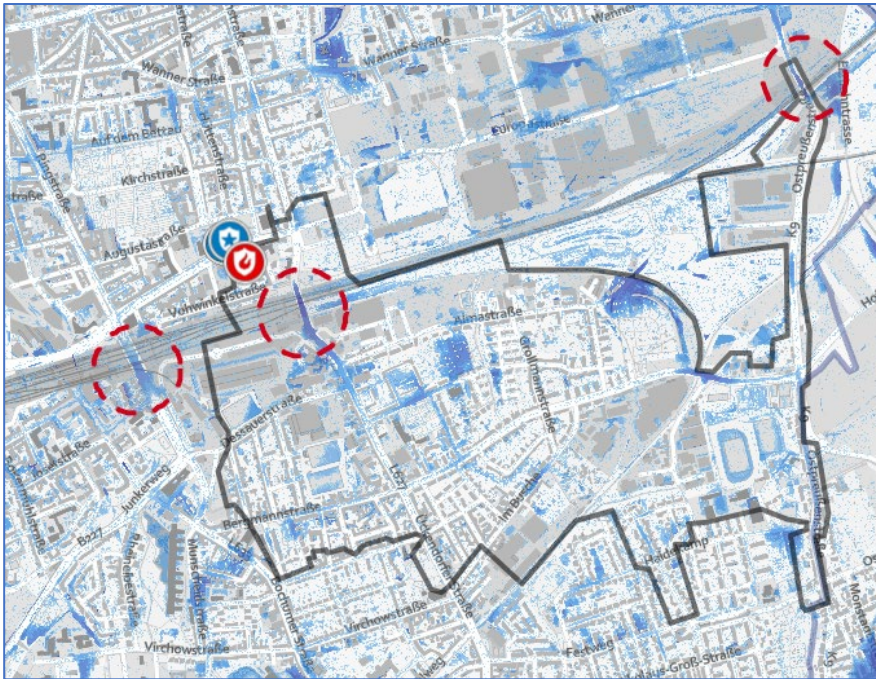


Abbildung 2: Untersuchungsgebiet Gelsenkirchen-Ückendorf mit Unterführung (rot); Kanaleinzugsgebiet 3.219 (schwarz); Standorte Feuerwehr und Polizei Hintergrund: Starkregengefahrenkarte [1]

Als Betreiber hat die Stadtentwässerung Gelsenkirchen alle Arbeiten in und an der öffentlichen Abwasseranlage begleitet und die GW AG bei der Auswahl der Standorte, Einbau, Ausbau und Wartung der Sensoren unterstützt.

Der Einbau der erforderlichen Messtechnik erfolgte in öffentlichen Abwasseranlagen der Stadt Gelsenkirchen. Gemäß Projektantrag war vorgesehen, für Einbau und Wartung der Messgeräte der GW AG einen Betriebsmitarbeiter der AGG zur Seite zu stellen. Der Mitarbeiter der AGG sollte die GW AG bei sicherheitstechnischen Belangen unterstützen.

Schlussendlich begleitete allerdings eine Mannschaft der GELSENKANAL samt Fahrzeug und Maschinenteknik die GW AG.

Die zur Auswahl der Messstandorte erforderlichen Informationen wurden von der AGG bereitgestellt. Die zu Projektbeginn identifizierten Datengrundlagen - Starkregengefahrenkarte, Kanalnetzdaten, Landnutzungsdaten und digitales Geländemodell - sollten dabei sinnvoll um weitere Daten ergänzt werden.

Für die Standortwahl der MID-Messgeräte wurden Bauwerkszeichnungen sowie zusätzlich Dokumentation des Ablagerungsverhalten herangezogen, um Streckenabschnitte mit erhöhtem Ablagerungsverhalten auszuschließen.

Für die Standortwahl der Regenmesser ergab sich ein Vorteil durch die Bereitstellung von Daten zu kommunalen Liegenschaften bzw. kommunal beherrschten Unternehmen, um zugängliche, möglichst geeignete und vandalismussichere Standorte gemäß den Vorgaben des DWD zu finden.

Positiv zu erkennen ist, dass diese weitergehenden Anforderungen an die Datenbereitstellung oder Standortwahl bei der Low-Cost-Messtechnik entfallen.

Die bereitgestellten Daten der AGG wurden auch Grundlage für die Modelltechnik in AP2 (Kanalnetzmodell) und AP6 (Oberflächenabflussmodell).

3.2 AP 4: Unterstützung bei Entwicklung einer Datenplattform und Visualisierungsoberfläche

Hauptaugenmerk im AP4 lag darauf, die Ergebnisse aus der Anforderungsanalyse und der Erarbeitung des Warn- und Handlungskonzeptes aus AP7 so aufzubereiten, dass daraus Anforderungen für die Datenplattform und Visualisierungsoberfläche formuliert werden konnten. In einem iterativen Prozess wurden die Anforderungen aus Sicht künftiger Nutzer in die Anwendung eingearbeitet. Die Ergebnisse sind im Weiteren unter Kapitel 3.3.1.2 beschrieben. Die Einbindung der Anwender in die Entwicklung hat sich als zielführend erwiesen.

Grundsätzlich formulierten die Anwender ihre Ansprüche aus ihrer Sicht. Der Anwender setzt voraus, dass die Abläufe im Hintergrund fundiert und valide erfolgen ohne das er sich selbst in diese einzuarbeiten hat. Ebenso sind einfach ersichtliche Angaben zur Modell- und Prognosegüte wünschenswert, da aus den Daten Maßnahmen zur Gefahrenabwehr abgeleitet werden sollen.

3.3 AP 7: Entwicklung und Implementierung eines Warn- und Handlungskonzeptes

Das Arbeitspaket 7 baut auf den Ergebnissen der anderen Arbeitspakete auf und verknüpft das entwickelte Echtzeitwarnsystem mit dem kommunalen Handeln im Starkregenfall. Anhand der Niederschlags- und Überflutungsprognosen wurden Warnstufen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr definiert. In der folgenden Abbildung ist dargestellt, wie sich das Arbeitspaket 7 in das Gesamtsystem einfügt und die bereitgestellten Daten und deren Visualisierung genutzt werden.

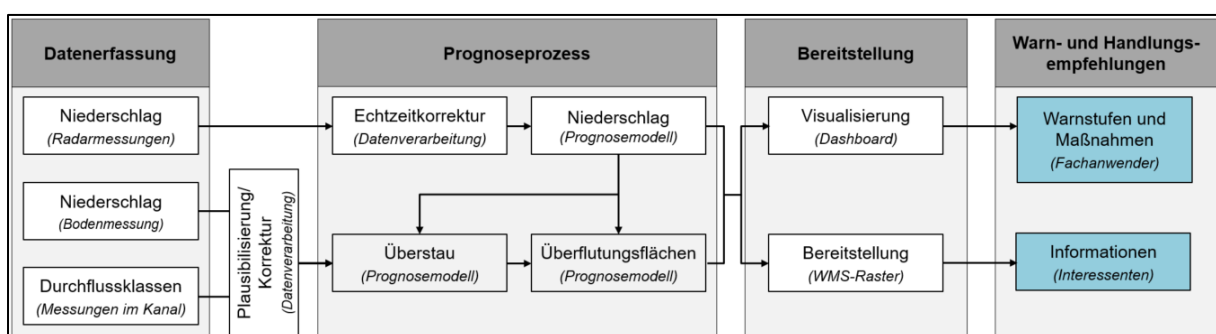


Abbildung 3: Gesamtsystem des Forschungsprojektes

3.3.1 Anforderungsanalyse und Erarbeitung eines Warn- und Handlungskonzeptes

3.3.1.1 Akteure und Austauschformate

Für die Anforderungsanalyse an das Starkregen-Echtzeitwarnsystem und an das kommunale Warn- und Handlungskonzept wurden die zu beteiligenden Akteure definiert und abgefragt. Dabei wurden nicht nur die im Projektantrag vorgesehenen Workshopformate genutzt, vielmehr konnten der Projektbearbeitung auch auf bereits bestehende Formate und Netzwerke zurückgegriffen werden. Es zeigte sich dass diese Möglichkeit von großem Nutzen war.

Der Austausch mit anderen Kommunen erfolgte im November 2021 über das Netzwerk der Zukunftsinitiative Klima.Werk im Rahmen des 6. Expertenforums. Die Teilnehmenden vertraten Ruhrverband und Emschergenossenschaft, die Kommunen Dortmund, Essen, Bochum und Bottrop, sowie die Bezirksregierungen Düsseldorf und Arnsberg. Die Ergebnisse des gemeinsamen Austauschs wurden in die Arbeitspakete integriert.

Die kommunalen Akteure der Stadt Gelsenkirchen wurden in einem vorstandsbereichs- und referatsübergreifenden Verteiler zu einem Auftaktworkshop eingeladen. Als Akteure bzw. Impulsgeber sah sich vor allem die Feuerwehr Gelsenkirchen, welche auch assoziierter Partner dieses Vorhabens ist. Darüber hinaus nahmen das Referat Umwelt (Untere Wasserbehörde und Koordinierungsstelle Klima und Umweltinformation), das Referat Verkehr (Verkehrstechnik und Verkehrslenkungsmanagement), die Stabstelle „Vernetzte Stadt“, sowie die Referate Öffentliche Sicherheit und Ordnung, Vermessung und Kataster (Geodatenmanagement) und die Stadtentwässerung (AGG, Abteilung Planung und Abteilung Kanalbetrieb) an dem Workshop teil.

Der geplanter Workshop II zur Ausgestaltung des Warn- und Handlungskonzeptes mit allen Akteuren wurde durch insgesamt drei aktueursspezifischere Workshops ersetzt (zwei Workshops fanden im Juli 2023 statt, ein weiteres im September 2023). Diese Veranstaltungen wurden mit geringer Teilnehmerzahl aus den Reihen der Einzelakteuren und der Verbundpartner durchgeführt, um gezielt auf verschiedenen Anforderungen eingehen zu können. Ein gemeinsamer Austausch zum Demonstrator bzw. zur Datenbereitstellung anhand der Testdaten und zum Warn- und Handlungskonzept erfolgte im Januar 2024.

Sehr zielführend für die Projektarbeit war vor allem die Teilnahmen am bestehenden Fachaustausch der Emschergenossenschaft (assoziiertes Partner des Vorhabens) mit den Kommunen Gelsenkirchen und Herne unter dem Titel „Kommunikation, Vorsorge und Datenaustausch zum Thema Hochwasser“. In der Projektlaufzeit erfolgten sieben Termine und eine Tagung unter Teilnahme weiterer Kommunen. Die Teilnahme am Fachaustausch wird die AGG auch nach Projektabschluss weiter fortsetzen.

In allen Terminen und Workshops kam die AGG in konstruktiven Austausch zu den Anforderungen an das Warnsystem bzw. Warn- und Handlungskonzept.

Im Abschlussworkshop Ende Februar 2024 wurden die im Projekt erreichten Ergebnisse den

Akteuren vorgestellt.

Den politischen Vertretern der Stadt Gelsenkirchen wurde das Projekt im Betriebsausschuss der eigenbetriebsähnlichen Einrichtung GELSENKANAL im März 2024 vorgestellt.

3.3.1.2 Anforderungen an das Echtzeitwarnsystem vor Starkregen

Im Rahmen der Anforderungsanalyse an das Starkregen-Echtzeitwarnsystem ergaben sich je nach Anwender unterschiedliche Bedürfnisse an System sowie Benutzeroberfläche. Daher wurden verschiedene Anwender definiert, und diese in drei Gruppen eingeteilt:

- Fachkräfte
- Rettungskräfte
- Interessenten

Die Gruppe Fachkräfte setzt sich aus Mitarbeitern des Entwässerungsbetriebes zusammen, insbesondere der Kanalunterhaltung, da hier die Niederschlags- und Überflutungsprognosen interpretiert und mit Hilfe des Warn- und Handlungskonzeptes Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einleitet werden.

Die Feuerwehr stellt die Gruppe der Rettungskräfte dar, die je nach Ausmaß des Unwetters und den daraus resultierenden Überflutungen die übergeordnete Koordination der Gefahrenabwehr übernimmt.

Die dritte Gruppe besteht aus sonstigen Interessenten und setzt sich sowohl aus verschiedenen städtischen Referaten, wie bspw. der Untere Wasserbehörde, zusammen. Bei einem öffentlich zugänglichen System wären auch interessierte Bürger dieser Gruppe zuzuordnen.

Durch die Einteilung in unterschiedliche Benutzergruppen und deren spezifischen Anforderungen an das Echtzeitwarnsystem wurden auf der Datenplattform aufbauend zwei Benutzeroberflächen entwickelt. Für Fachkräfte des Entwässerungsbetriebes entstand eine separate Benutzeroberfläche als „Expertensystem“, den beiden anderen Gruppen (Rettungskräfte und sonstigen Interessenten) werden Karten als WMS-Dienste zur Verfügung gestellt. Die WMS-Dienste können in vorhandene Systeme wie das städtische Geoportal oder das Feuerwehrinformationssystem eingebunden werden. Die Anbindung der WMS-Dienste in das Geoportal der Stadt Gelsenkirchen erfolgte mit Unterstützung des Referats 62 (Vermessung und Kataster), welches auch für die Pflege des Portals zuständig ist.

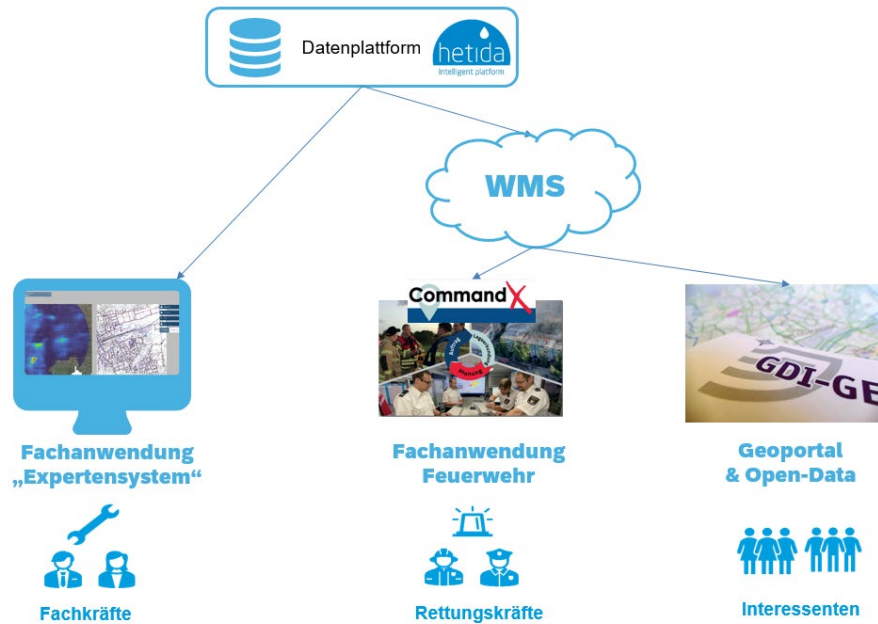


Abbildung 4: Benutzeroberflächen für unterschiedliche Benutzergruppen

Aus Sicht der Fachkräfte ergeben sich folgende Anforderungen an die Benutzeroberfläche:

- Stadtkarte
- Darstellung des Kanalnetzes
- Prognostizierte Überflutungsschwerpunkte in verschiedenen Zeitintervallen
- Prognostizierter Niederschlag als Radardaten in verschiedenen Zeitintervallen
- Zeitpunkt/-spanne des Niederschlags/ der Überflutungen
- Points of Interest (POI), z.B. vulnerable Einrichtungen wie Senioreneinrichtungen, Kitas, Krankenhäuser und andere als kritisch eingestufte Infrastruktur
- Möglichkeit, verschiedene Layer zu aktivieren oder deaktivieren

Die genannten Anforderungen konnten im Rahmen der Bearbeitung des Forschungsvorhabens umgesetzt werden. In der folgenden Abbildung ist die entwickelte Benutzeroberfläche für die Fachkräfte dargestellt.

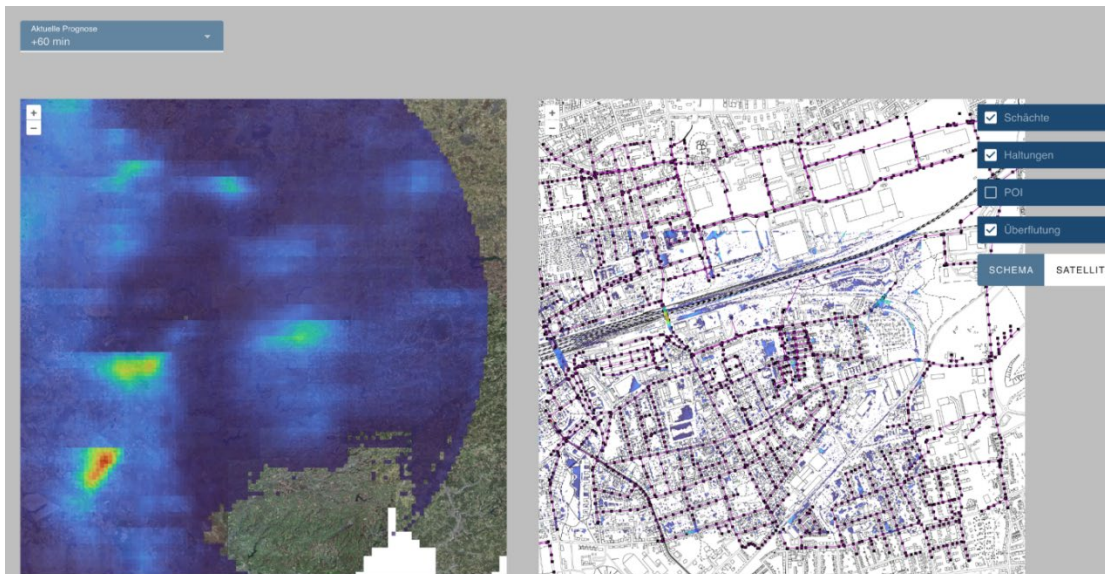


Abbildung 5: Benutzeroberfläche der Fachanwendung

Auf der linken Seite ist die Niederschlagsprognose zu sehen, auf der rechten Seite wird die Überflutungsprognose dargestellt. Sowohl die Niederschlags- als auch die Überflutungsprognose können für unterschiedliche Prognosezeitschritte synchron angezeigt werden. Darüber hinaus lassen sich verschiedene Layer (Kanalhaltungen und –schächte, Points of Interests, Überflutungsprognose) ein- und ausblenden. Zur Orientierung kann der Anwender zwischen einer Stadtkarte und einem Satellitenbild wählen.

Die Benutzeroberfläche lässt sich künftig weiter ausbauen. Als weitere hilfreiche Funktionen und Informationen wurden folgende Punkte seitens des Entwässerungsbetriebes definiert:

- Prognostizierte Warnstufe
- Darstellung der Überstauschächte
- Auslastung der Kanalhaltungen
- Abfragemöglichkeiten zu den Attributen der Kanalnetzstammdaten (Schachtnummern, Kanaldeckel, Kanalsohle) und der Überflutungsprognose (Tiefe, Volumen)
- Archivfunktion:
 - Was wurde prognostiziert
 - Was trat tatsächlich ein
- Modellgüte der Prognose
- Suchfunktion nach Schachtnummern und Straßennamen/Adressen

Den Gruppen der Rettungskräfte und der Interessenten werden die Niederschlags- und Überflutungsprognose als WMS-Dienste zur Verfügung gestellt. Die Darstellung in den entwickelten WMS-Diensten beschränkt sich dabei allerdings auf die wesentlichsten Informationen und kann für prognostizierte Zeitintervalle angezeigt werden.

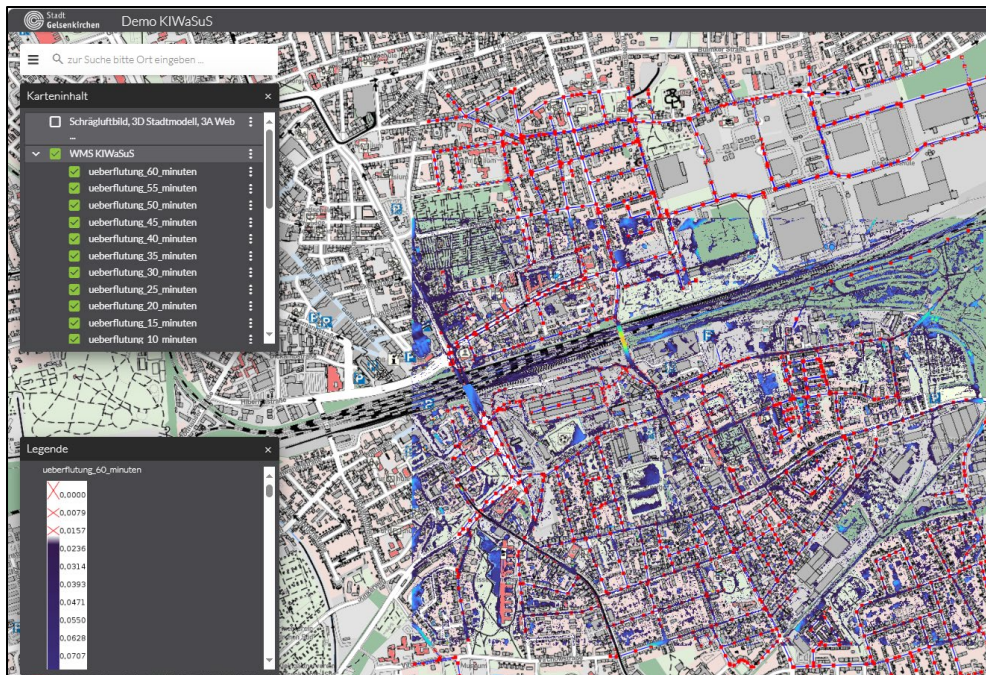


Abbildung 6: WMS-Dienst der Benutzeroberfläche

Die Abbildung zeigt die Einbindung des WMS-Dienstes in das Geoportal der Stadt Gelsenkirchen. In dem WMS-Dienst lassen sich Niederschlags- und Überflutungsprognosen in 5-Minutenintervallen anzeigen. Über das Geoportal besteht auch die Möglichkeit die Benutzer- und Zugriffsrechte zu steuern und Daten als Open-Data Daten zur Verfügung stellen.

Für die Feuerwehr ergibt sich durch die Bereitstellung der Prognosen per WMS-Dienst der Vorteil, dass diese in der Leitzentrale der Feuerwehr im Feuerwehrinformationssystem mit eigenen Kartenmaterialien überlagert werden können, um Lageeinschätzungen zu treffen und Einsätze zu koordinieren.

3.3.1.3 Anforderungen an das Warn- und Handlungskonzept zur Gefahrenabwehr

Für die Anforderungsanalyse an das Warn- und Handlungskonzept wurde eruiert, welche Handlungskonzepte für vergleichbare Fälle der Gefahrenabwehr bereits vorliegen und welche Akteure beteiligt sind. Mit nachfolgend aufgeführten Referaten der Stadt Gelsenkirchen und Rettungskräften fanden Gespräche statt:

- Feuerwehr Gelsenkirchen
- Referat 32 (kommunaler Ordnungsdienst)
- Referat 60 (Umwelt - Untere Wasserbehörde)
- Referat 69 (Verkehr)

Für den Hochwasserfall infolge von Überschwemmungen aus Bächen und Flüssen, wurde seitens der Emschergenossenschaft ein Hochwasserinformationssystem für das Einzugsgebiet der Emscher entwickelt (HOWIS). Aufbauend auf diesem Informationssystem entstand ein Handlungskonzept zur Gefahrenabwehr. Das Konzept ist als 6-stufige Matrix

aufgebaut, in der verschiedene Warnschwellen anhand prognostizierter Pegelstände definiert sind. Für jede Warnschwelle sind die durch die betroffenen Akteure einzuleitenden Maßnahmen und die Kommunikationswege untereinander festgelegt. Zu den Akteuren gehören:

- Emschergenossenschaft/ Lippeverband
- Stadtentwässerung Gelsenkirchen
- Feuerwehr Gelsenkirchen
- Untere Wasserbehörde Gelsenkirchen
- ggf. Krisenstab (ab einer/einem definierten Warnstufe/Ausmaß der Überschwemmungen)

Die Feuerwehr übernimmt dabei in erster Linie die Koordination der Einsätze zur Gefahrenabwehr. Die Untere Wasserbehörde beobachtet die Hochwasserlage, bewertet die Hochwasserprognose und stellt diese Informationen den beteiligten Akteuren zur Verfügung. Die Stadtentwässerung leitet vorsorgliche Maßnahmen wie Kontrollen an Bauwerken, in und an Gewässern und Sinkkästen ein und informiert Untere Wasserbehörde und Feuerwehr bei Auffälligkeiten. Außerdem unterstützt der Stadtentwässerungsbetrieb die Feuerwehr, falls erforderlich, bei ihren Einsätzen. Aufgrund der größeren Vorwarnzeit vor Überschwemmungen aus Gewässern können auch umfangreichere Vorsorgemaßnahmen getroffen werden, als im Überflutungsfall durch ein Starkregenereignis.

Ein Ergebnis der durchgeführten Gespräche ist, dass lediglich die Feuerwehr Gelsenkirchen direkt in der Gefahrenabwehr bei Sturzfluten infolge von Starkregen involviert ist. Das ursprüngliche Ziel des Forschungsvorhabens, auch weitere Referate der Stadt in der Gefahrenabwehr, vor allem proaktiv auf die Niederschlags- und Überflutungsprognosen zu reagieren, zu involvieren, ließ sich innerhalb dieses Vorhabens ohne Weiteres nicht umsetzen. So können beispielsweise vorsorgliche Sperrungen von überflutungsgefährdeten Straßen durch das Referat 69 (Verkehr) oder das Referat 32 (kommunaler Ordnungsdienst) nicht ausgeführt werden.

Diesen Maßnahmen stehen verwaltungstechnische Hürden wie erforderliche Genehmigungen für entsprechende Sperrungen und Umleitungen, sowie fehlende Logistik, Personal und Material sowie einschränkende Dienstzeiten und nicht vorhandene Rufbereitschaften entgegen. Auch die Vorwarnzeit von etwa 60 Minuten vor Starkregen steht einem vorsorglichen Einleiten von Maßnahmen entgegen. So würde die Feuerwehr beispielsweise für Evakuierungsmaßnahmen in gefährdeten Bereichen mindestens 6 Stunden Vorlaufzeit benötigen. Das Referat 60 (Untere Wasserbehörde) ist zwar im Hochwasserfall durch Überschwemmungen aus Bächen und Flüssen in der Gefahrenabwehr involviert, jedoch nicht bei urbanen Sturzfluten. Angedacht wurde, mit dem Referat Verkehr – Bereich Lichtsignalanlagen-, eine Integration der Überflutungsvorhersage in das kommunale Verkehrssteuerungssystem zu ermöglichen, um gezielt Verkehrsströme zu lenken oder vor prognostizierten Überflutungsbereichen zu stoppen. Eine solche Integration bedarf allerdings einer umfangreichen Betrachtung im Prozessmodell der Verkehrslenkung, hierzu würde sich die Kommune eines externen Dienstleisters bedienen. Dies konnte im Rahmen des Vorhabens nur andiskutiert, nicht erprobt werden.

Aus den Gesprächen ergibt sich, dass das hier aufgestellte Warn- und Handlungskonzept sich in erster Linie an den Entwässerungsbetrieb und die Feuerwehr und Rettungskräfte richten muss. Die Feuerwehr Gelsenkirchen hat in Gesprächen allerdings deutlich gemacht, dass sie im Starkregen- und Überflutungsfall keine Vorsorgemaßnahmen einleiten kann, sondern nur auf Notrufe reagieren.

3.3.2 Mit den Sicherheitsbehörden abgestimmtes Warn- und Handlungskonzept

Das erarbeitete Warn- und Handlungskonzept berücksichtigt Stadtentwässerungsbetrieb und Feuerwehr. Zielgerichtete Handlungen ergeben sich vorrangig für den Stadtentwässerungsbetrieb. Da die Feuerwehr keine Vorsorgemaßnahmen zur Gefahrenabwehr bei urbanen Sturzfluten ausführen kann, dient das Warn- und Handlungskonzept und das Echtzeitwarnsystem der Feuerwehr hauptsächlich als zusätzlicher Informationsdienst bei der Einsatzplanung. Alle Informationen werden gebündelt und werden in einem System dargestellt. Prognosen fließen hierbei ebenfalls ein.

Die Informationen aus dem Warnkonzept Starkregen verbessern somit das Lagebild der Feuerwehr.

Warn-schwelle	Beschreibung	Stadtentwässerung	Feuerwehr
Keine Warnung	Unterhalb der Warnschwelle = es besteht keine Starkregen- und Überflutungsgefahr	Bewertung / Betrachtung im Regelbetrieb	
Vorwarnung	Starkregenwarnung: mögliche Gefahr heftiger Gewitter und Starkregen (DWD-Warnung)	Sinkkastenkontrolle/-reinigung an bekanntem Überflutungsschwerpunkten (Betriebserfahrung und Starkregengefahrenkarte) Kontrolle und ggf. Freiräumen der Roste an Gewässer-Einlaufbauwerken Aufstockung der Rufbereitschaftskolonnen prüfen (auch präventiv z.B. für Wochenende)	
Warnstufe 1	Überflutungen werden erwartet: Konkretisierung der Überflutungsprognose	Sinkkastenkontrolle/-reinigung an prognostizierten Überflutungsschwerpunkten Kontrolle und ggf. Freiräumen der Roste an Gewässer-Einlaufbauwerken Information an die Leitstelle der Feuerwehr	Berücksichtigung der Informationen bei der Einsatzplanung
Warnstufe 2	Prognostizierte und konkretisierte Überflutungen erreichen Schwellenwert (Wasserstände > 25 cm)	Sinkkastenkontrolle/-reinigung an prognostizierten Überflutungsschwerpunkten Kontrolle und ggf. Freiräumen der	Berücksichtigung der Informationen bei der Einsatzplanung

		Roste an Gewässer-Einlaufbauwerken Information an die Leitstelle der Feuerwehr <i>Unterstützung der Feuerwehr</i>	
Warnstufe 3	Niederschlagsprognose gibt keine Entwarnung: Überflutungen eingetreten, ggf. Zunahme der prognostizierten Wasserstände	<i>Unterstützung der Feuerwehr</i>	

Abbildung 7: Warn- und Handlungskonzept

Das Handlungskonzept besteht aus drei Warnstufen, sowie einer Vorwarnung, die auf die Unwetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zurückgreift. Bei einer Unwetter-Vorwarnung vor Starkregen durch den DWD kann der Entwässerungsbetrieb bereits an bekannten Überflutungsschwerpunkten eine Sinkkastenkontrolle und gegebenenfalls eine Reinigung durchführen. Dabei kann auch auf Betriebserfahrungen sowie die Starkregengefahrenkarte der Stadt Gelsenkirchen zurückgegriffen werden. Zusätzlich können Gewässer, vor allem Einlaufbauwerke und deren Roste, kontrolliert und freigeräumt werden. Ebenfalls ist zu prüfen, ob die Rufbereitschaftskolonnen präventiv aufzustocken ist, vor allem, wenn Unwetterwarnungen außerhalb der regulären Dienstzeit auftreten.

Die Warnstufe 1 tritt ein, sobald das Echtzeitwarnsystem Starkregen und daraus resultierende Überflutungen prognostiziert. Dies erfolgt etwa 60 Minuten vor Beginn des Niederschlagsereignisses. Durch die Niederschlags- und Überflutungsprognose werden die Schwerpunkte im Stadtgebiet konkretisiert und genauer lokalisiert, sodass für den Betrieb noch die Möglichkeit besteht, vor Ereignisbeginn gefährdete Sinkkästen und Einlaufbauwerke in Gewässern zu kontrollieren und zu reinigen, beziehungsweise freizuräumen. Gleichzeitig gibt der Kanalbetrieb die durch das Echtzeitwarnsystem gewonnenen Informationen zu Überflutungsschwerpunkten an die Leitstelle der Feuerwehr weiter.

Bei Erreichen der Warnstufe 2 überschreitet mindestens ein prognostizierter Überflutungsschwerpunkt eine Wassertiefe von 25 cm. Ab dieser Tiefe besteht die Gefahr, dass Fahrzeuge überflutete Straßen nicht mehr passieren können. Der Kanalbetrieb kann gezielt diese Überflutungsschwerpunkte anfahren und nach Möglichkeit entschärfen. Die möglichen Maßnahmen entsprechen denen der Warnstufe 1. Informationen zu Überflutungsschwerpunkten, vor allem im Hinblick auf die Passierbarkeit von überflutenden Straßenflächen sind an die Leitstelle der Feuerwehr weiterzugeben, damit diese ihre Einsatzfahrten entsprechend anpassen und koordinieren kann.

Bei Warnstufe 3 sagt das Echtzeitwarnsystem weiteren Niederschlag vorher und die Überflutungen nehmen zu. Ab dieser Warnstufe kann von einem Großereignis ausgegangen werden, bei dem der Entwässerungsbetrieb eher die Feuerwehr bei ihren Einsätzen unterstützt. Die Koordinierung der Einsätze erfolgt in diesem Fall durch die Feuerwehr. Je nach Ausmaß des Unwetters kann es dazu kommen, dass ein Krisenstab einberufen wird und das

„Einsatzkonzept Unwetter“ der Feuerwehr aktiviert wird.

Die konkreten Informationen zu prognostizierten Überflutungsschwerpunkten und der Passierbarkeit von Straßen sollten seitens des Entwässerungsbetriebes an die Feuerwehr möglichst verbal, also telefonisch, kommuniziert werden. Bei einem Unwetterereignis gehen bei der Leitstelle eine Vielzahl von Meldungen ein, sodass es im Ernstfall für die Feuerwehr schwierig ist sämtliche Meldungen zu sichten und einen Überblick zu behalten.

3.3.3 Evaluation des Konzeptes durch Simulation vergangener Ereignisse

Grundlage der Evaluation ist die Simulation eines vergangenen Niederschlagsereignisses. Die Überflutungsprognose des Ereignisses wurde mit den Einsätzen der Feuerwehr und den betrieblichen Erfahrungen des Entwässerungsbetriebes abgeglichen. Der Abgleich kommt zu einer guten Übereinstimmung der Überflutungsprognose mit den betrieblichen Erfahrungen sowie den Einsätzen der Feuerwehr. Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch an drei markanten Stellen die lokale Übereinstimmung der Feuerwehreinsätze und der Überflutungsprognose. Die dynamischen Überflutungsprognosen des Echtzeitwarnsystems spiegeln auch die Erkenntnisse, die die statische Starkregengefahrenkarte der Stadt Gelsenkirchen liefert, wieder. Die Überflutungsschwerpunkte der statischen Karte und des dynamischen Prognosemodells sind nahezu deckungsgleich.

Die simulierten Ereignisse wurden in der Praxis mit dem Kanalbetrieb und der Feuerwehr erprobt und geprüft, indem die Anwendung als Fachanwendung bei der AGG und über einen WMS Dienst in das Geoportal eingebunden wurde und der Feuerwehr als WMS-Dienst zur Verfügung stand. Die Akteure konnten somit „vom eigenen Schreibtisch“ aus die Simulation testen.

Die Umsetzung als WMS-Dienst und die Einbindung in bestehende Systeme wurde als sinnvoll und nützlich bewertet. Erfahrungen, Ergebnisse und Erkenntnisse wurden an das AP 4 (Visualisierung) zurückgegeben.

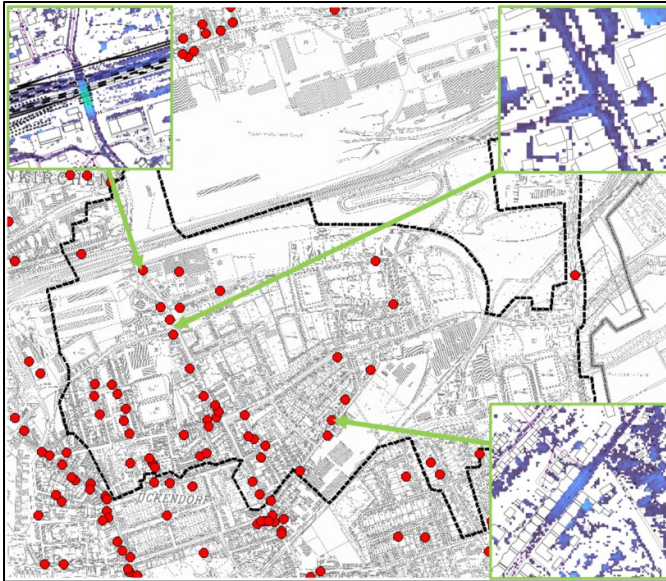


Abbildung 8: Abgleich Überflutungsprognose mit Feuerwehreinsätzen

4 Geleistete Projektarbeit und Verwendung der Zuwendungen

4.1 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Der Großteil des Projektbudgets entfiel auf die Personalkosten der AGG. Hier waren sowohl Aufwendungen für die Bearbeitung des Projektes als auch für die technische Begleitung im AP4 – Einbau, Wartung, Ausbau der Messsensorik im öffentlichen Abwasserkanal vorgesehen. Diese Arbeiten mussten anders als zu Projektbeginn eingeschätzt durch eine Kolonne der GELSENKANAL erfolgen. Organisationsbedingt konnte hierzu keine Projektmittel abgerufen werden. Es wurden nicht alle Mittel abgerufen.

4.2 Weitergehende Erläuterung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Neben der vorhergehenden Darstellung der Projektarbeit ist an dieser Stelle vor allem der praxisrelevante Anteil der AGG am Gesamtvorhaben und die Vernetzungsarbeit der AGG zwischen Forschung und den kommunalen Akteuren hervorzuheben. Hier konnten in Workshops Anforderungen der Anwender erfasst werden und das Thema durch Vorstellung der Ergebnisse im Betriebsausschuss GELSENKANAL im März 2024 auch den politischen Vertretern der Stadt vorgestellt werden. Es konnten in den verschiedenen Austauschformaten Chancen, Anforderungen und auch Hemmnisse von Warn- und Handlungskonzepten erkannt werden und die technische Umsetzung der jeweiligen Visualisierungsoberflächen anwenderbezogen umgesetzt und erfolgreich erprobt werden.

4.3 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung der Ergebnisse

4.3.1 Wissenschaftlich-technischer Nutzen und Anschlussfähigkeit

Durch die Kombination aus flächendeckenden Messsensoren, dem zeitlich und räumlich hochaufgelösten Niederschlagsvorhersagemodell und der KI können die Abflussvorgänge und die daraus resultierenden Überflutungsgefahren im urbanen Raum in Echtzeit und auch für die nahe Zukunft (0,5-2 Stunden) vorhergesagt werden. Daraus ergibt sich ein zur Schadensminimierung nutzbares Zeitfenster zur Warnung, Information der betroffenen Bürger, oder zum Einleiten der entsprechenden Schutzmaßnahmen und Vorkehrungen gemäß dem erarbeiteten Handlungskonzept und der Alarmierung der entsprechenden Akteure (Feuerwehr, Kanalnetzbetreiber etc.).

Im kommunalen Handeln nimmt die Überflutungsvorsorge z.B. durch baulicher Objektschutz, Nutzung von multifunktionalen Flächen zum unschädlichen Rückhalt oder Reduzierung der Flächenversiegelung, mittlerweile einen hohen Stellenwert ein und ist in das Verwaltungshandeln implementiert. Die Möglichkeiten kurz vor oder während dem Ereignisfalls verbessert Handlungsfähig zu werden kann erst mit den hier erarbeiteten Methoden durch genaueren lokalen Vorhersagen erfolgen.

Die entwickelten Anwendungen konnten in bestehende Systemanwendungen der Feuerwehr und dem Geoportal eingebunden werden. Die unter Mitwirkung der AGG in anderen Teilvorhaben entwickelten Methoden der Datenaufbereitung und LowCost-Senortechnik können in aktuell anstehende Entwicklungen im Bereich Umweltsensorik der Kommune integriert werden. Gespräche zur Verzahnung mit bestehenden Handlungskonzepten werden weitergeführt.

4.3.2 Wirtschaftlicher Nutzen und Anschlussfähigkeit

Eine wirtschaftliche Verwertung durch die AGG war und ist nicht vorgesehen. Die AGG als auch die Kommune werden die Ergebnisse zur Ereignisbewältigung von Starkregenereignissen nutzen. Beim Kanalnetzbetreiber ist durch gezieltere in Bereitschaftsetzung im Ereignisfall mit einem gezielteren Ressourceneinsatz des Betriebspersonals zu rechnen.

4.4 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit sind der AGG keine Fortschritte bei anderen Stellen bekannt geworden, die das Projektergebnis entscheidend verändert hätten.

4.5 Veröffentlichungen

KiWaSuS: KI-basiertes Warnsystem für Starkregen/Urbane Sturzfluten. Expertenforum 2021. Klima.Werk. Veranstaltungsbericht

Frentrup, S.; Schultheis, H.; Quirnbach, M.; Burrichter, B.; Koltermann da Silva, J.; Clemens, C.; Niemann, A.; Kunze, J. E.; Dillhardt, M.; Jörissen, D.: Intelligentes Management von Datenströmen und KI-Anwendungen in KiWaSuS, in: KA Korrespondenz Abwasser Abfall Heft 4 2022

12. Sitzung des Betriebsausschusses GELSENKANAL. TOP 6
Sachstand Forschungsvorhaben KIWASUS - mündlicher Bericht. 20.03.2024.
<https://ratsinfo.gelsenkirchen.de/>

Weitere Veröffentlichungen wurden durch die für die AP-Leitung verantwortlichen Projektpartner vorgenommen.

5 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde das Echtzeitwarnsystem für einen Teilbereich des Stadtgebietes aufgebaut. Anhand der Niederschlags- und Überflutungsprognosen wurden Warnstufen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr definiert. In der Anforderungsanalyse wurde eruiert, dass das Warnkonzept in Anlehnung an das von Wasserverbänden und der Unteren Wasserbehörde für den Hochwasserfall erarbeiteten Hochwasserinformationssystem aufgebaut werden sollte.

Für ein stadtweites Warnsystem müssen die Prognosemodelle auf die gesamte Fläche der Stadt ausgeweitet und die Messsensorik ausgebaut werden.

Die Finanzierung für den Aufbau und die Unterhaltung der Sensorik sowie des IT-Supports für den Aufbau und die Wartung des Echtzeitwarnsystems sind vorab innerhalb der Kommune zu klären und konnten nicht innerhalb dieses Teilvorhabens betrachtet werden. Empfohlen wird die Anbindung an und Nutzung von bestehenden Strukturen oder die Verbindung mit parallelen Themen (Hochwasserwarnung, vernetzte Stadt, Umweltsensorik, Geoportal, Einsatzplanung Feuerwehr)

Zur Umsetzung eines Warn- und Handlungskonzepts, das verschiedene städtische Referate und Rettungskräfte dazu befähigt, Vorsorgemaßnahmen zur Gefahrenabwehr im Vorlauf eines Starkregenereignisses durchzuführen das sich vorlaufend oder außerhalb von stadtgebietsweiten Krisensituationen ereignet, müssen rechtliche und organisatorische Hemmnisse überwunden werden. Dazu gehört die Festlegung von Zuständigkeiten und organisatorischen Vorgaben, die im besten Fall auf Landesebene geregelt werden sollten. Darauf aufbauend können und müssen dann kommunale Strukturen geschaffen werden oder ergänzt werden, wie zusätzliches Personal, Material und die erforderliche Logistik incl. Datenmodellen und IT-Anwendungen.

Konkrete weitere Anwendungsansätze aus dem Teilvorhaben sind:

Um Verkehrsteilnehmer vor überfluteten Straßen zu warnen, könnte auf vorhandene Hinweistafeln im Stadtgebiet zurückgegriffen werden. An diese könnte das Echtzeitwarnsystem Hinweise zu überfluteten und nicht mehr passierbaren Straßen senden. In Gelsenkirchen befindet sich eine „Umweltsensitive Verkehrssteuerung“ im Aufbau, die Hinweistafeln nutzt. Eigentliches Ziel dieser Verkehrssteuerung ist es, bestimmte Straßenabschnitte zu entlasten und dadurch die Luftschadstoffe zu reduzieren. An

neuralgischen Punkten, wie zum Beispiel gefährdete Unterführungen, könnten zusätzliche Hinweistafeln aufgestellt werden, um ab definierten Wassertiefen zu warnen. In einem weiteren Schritt kann eine Integration der Überflutungsvorhersage in das kommunale Verkehrssteuerungssystem erwogen werden, um gezielt Verkehrsströme zu lenken oder vor prognostizierten Überflutungsbereichen zu stoppen. Die AGG plant nach Projektabschluss in der Unterführung im betrachteten Projektgebiet eine dauerhafte Wasserstandmessung zu installieren, die zumindest in Echtzeit Informationen liefert. Es wird mit dem Referat Verkehr nach Projektabschluss weiter beraten, wie diese Daten in die Verkehrssteuerung einfließen können.

Die Stabsstelle Vernetzte Stadt Gelsenkirchen koordiniert und bündelt Projekte aus dem Bereich der Digitalisierung und Innovation. Unter anderem wird in Gelsenkirchen das Sensoriknetz für Umwelt- und Klimadaten aufgebaut. Hier ergeben sich Synergieeffekte für beide Projekte. So könnten Niederschlagssensoren der Stabsstelle Vernetzte Stadt für das Echtzeitwarnsystem genutzt werden und die im Rahmen dieses Forschungsprojektes entwickelten LowCost-Sensoren und das KI basiertes Datenqualitätsmanagement (AP3) in das Umweltsensoriknetz integriert werden. Im Weiteren wären dann Vorhersagedaten einbindbar.

Die Zusammenarbeit mit den Bereich Umwelt/ Umweltsensorik und vernetzte Stadt wird nach Projektabschluss weitergeführt. Gegenseitiges Interesse und Nutzen aus dem KiWaSuS-Vorhaben werden im Bereich Sensorik, Datendashboard, Datenqualitätsmanagement und Datenplattform gesehen. Auch die Feuerwehr wird entsprechend in das Netzwerk eingebunden und über die Weiterentwicklungen informiert.

In Abwasseranlagen führt Starkregen zu plötzlichem Wasseranstieg. Bei regelmäßig erforderlichen Wartungsarbeiten in den abwassertechnischen Anlagen und bei Kanalerneuerungsmaßnahmen müssen in solchen Fällen, die Arbeiten eingestellt werden und die Mitarbeiter den Arbeitsort schnellstmöglich verlassen. Hier kann das Warnkonzept durch den Entwässerungsbetrieb genutzt werden, um mit Erreichen der Warnstufe 1, Überflutungen werden erwartet, in den prognostizierten Bereichen die Arbeiten im Kanal einzustellen.

Um Bürger vor drohenden Starkregenereignissen und Überflutungen zu warnen, könnten lokale Radiosender, Social Media-Kanäle der Stadt Gelsenkirchen oder gegebenenfalls städtische Smartphone Apps (GE-meldet) genutzt werden.

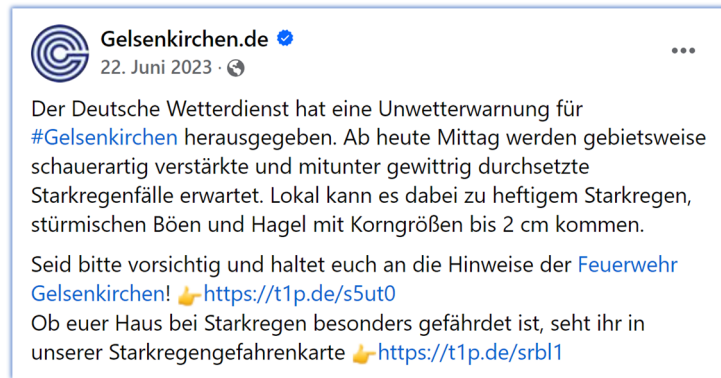


Abbildung 9: Social-Media Post der Stadt Gelsenkirchen vom 22. Juni 2023 [2]

Das Warn- und Handlungskonzept Starkregen wurde in Anlehnung an das Handlungskonzept Hochwasser erstellt. Im Rahmen der Gespräche mit der Feuerwehr sowie der Unteren Wasserbehörde der Stadt Gelsenkirchen wurde die Frage diskutiert, ob eine Verknüpfung der Handlungskonzepte „Einsatzplan Hochwasser“ und das hier entwickelte Handlungskonzept sinnvoll wäre. Grundsätzlich handelt es sich dabei um verschiedene Katastrophenszenarien. Zum einen Hochwasser aus Überschwemmungen in Gewässern und zum anderen um urbane Sturzfluten infolge von Starkregen. Auch die Vorwarnzeit beider Szenarien unterscheidet sich. Während das entwickelte Echtzeitwarnsystem eine Vorwarnzeit von ca. 60 Minuten erreicht, können Hochwässer, je nach Einzugsgebiet, schon Tage im Voraus präzise vorhergesagt werden. Auf der anderen Seite können natürlich auch Starkregenereignisse vor allem in kleinen Einzugsgebieten auch zu Überschwemmungen aus Gewässern führen. Es konnte im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht abschließend geklärt werden, ob eine Verknüpfung beider Konzepte sinnvoll ist. Das Thema wird im „Fachaustausch Hochwasser“ mit der EG und den Kommunen weiter diskutiert.