



# Wasser-Extremereignisse (WaX)

Aufgrund des Klimawandels ist auch in Deutschland zukünftig häufiger mit Extremereignissen wie Starkregen, Hochwasser und Dürreperioden zu rechnen. In der jüngeren Vergangenheit haben sowohl extreme Niederschläge als auch großflächige Überschwemmungen vermehrt zu schweren Schäden geführt. Die in den letzten Jahrzehnten ebenfalls gehäuft auftretenden Hitzeperioden und sehr trockenen Sommer haben schwerwiegende Auswirkungen auf die Wirtschaft, die Wasserversorgung sowie auf die ökologische Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit vieler Flüsse und Seen.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Förderrichtlinie Wasser-Extremereignisse (WaX) auf den Weg gebracht. Sie soll dazu beitragen, neue fach- und sektorübergreifende Ansätze zum Management gegensätzlicher hydrologischer Extreme zu entwickeln und umzusetzen, um deren Auswirkungen auf die Gewässer und den Menschen zu verringern. Die Digitalisierung stellt hier ein wichtiges Instrument dar. Zwölf Verbundprojekte sind im Frühjahr 2022 gestartet. Sie forschen zu drei Themen: Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation; Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme und urbane extreme Wasserereignisse.

WaX trägt dazu bei, die UN-Nachhaltigkeitsziele in den Bereichen Wasser, nachhaltige Städte und Gemeinden und Klimaschutz zu erreichen. Die Fördermaßnahme läuft unter dem Dach des Bundesprogramms Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit und ist Teil der BMBF-Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA).

Die Vernetzung und der Austausch zwischen den Verbänden sowie mit der Öffentlichkeit wird vom Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X-Net koordiniert, das im November 2021 seine Arbeit aufgenommen hat. Das Vorhaben soll durch eine projektübergreifende Synthese der Forschungsergebnisse zu einem verbesserten Management von Wasserextremen beitragen, das über die Einzelvorhaben hinausgeht. Auch gemeinsame Arbeiten zu verschiedenen Querschnittsthemen – etwa einer Vereinheitlichung von Definitionen, dem Umgang mit Geodaten, einer verbesserten Kommunikation und zum Praxistransfer – sollen die Gesamtwirkung der Fördermaßnahme verstärken.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden ferner von einem Lenkungskreis unterstützt. Ihm gehören neben den Koordinatorinnen und Koordinatoren der Verbände auch externe Expertinnen und Experten aus der wasserwirtschaftlichen Praxis an. Der Lenkungskreis stellt die Schnittstelle zwischen Praxis und Öffentlichkeit dar und soll insbesondere den direkten Wissens- und Informationsaustausch sowie den Ergebnistransfer unterstützen.

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

### Laufzeit der Fördermaßnahme

01.11.2022- 31.07.2025

### Ansprechpartner beim BMBF

Dr. Helmut Löwe  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

### Ansprechpartner beim Projektträger

Laure Cuny; Dr. Thomas Deppe  
Projektträger Karlsruhe (PTKA)  
E-Mail: laure.cuny@kit.edu; thomas.deppe@kit.edu

### Internet

bmbf-wax.de

### Kontakt Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X-Net

### Koordination

Dr. Benni Thiebes  
Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V.  
E-Mail: benni.thiebes@dkkv.org

### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

### Stand

Februar 2023

### Text und Gestaltung

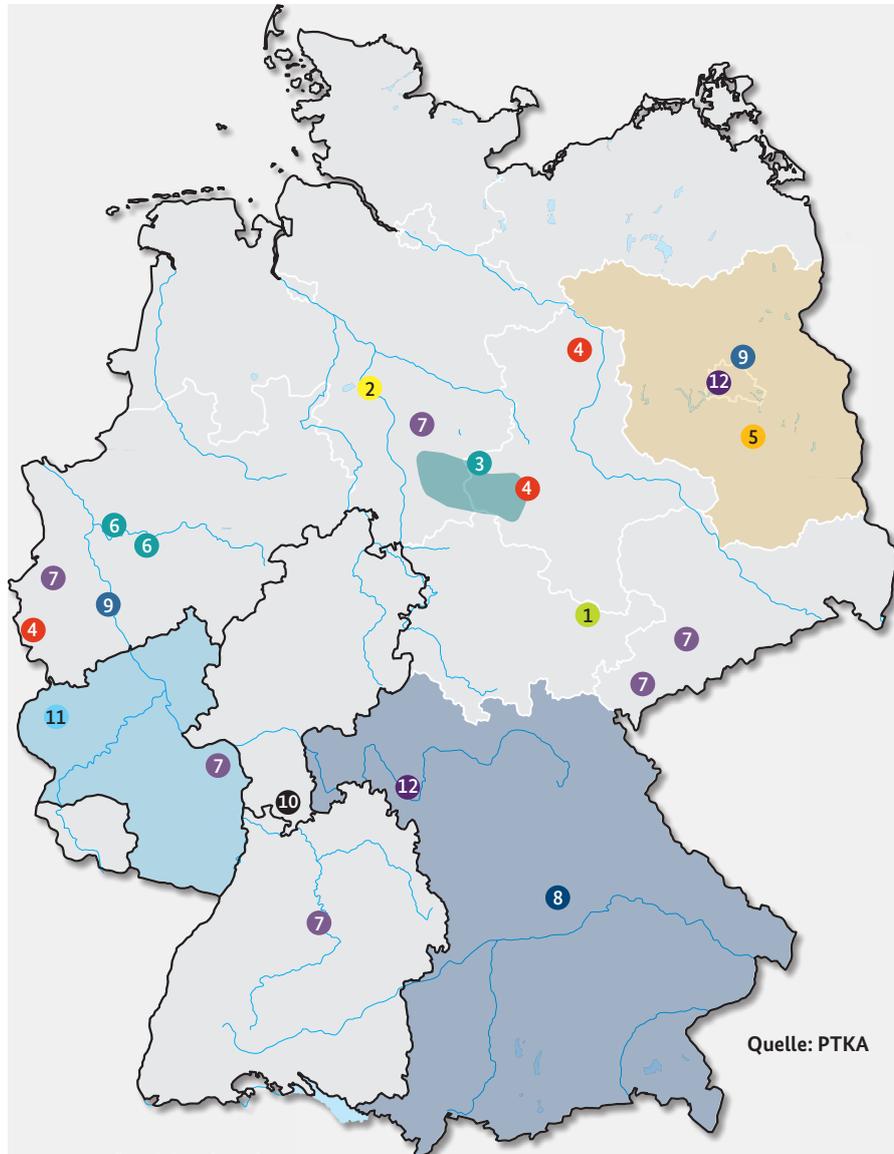
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

### Druck

BMBF

**bmbf.de**

## Untersuchungsstandorte der WaX-Verbundprojekte



Quelle: PTKA

### Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation

- 1 InSchuKa4.0 (Standort: Jena)
- 2 ZwillE (Standort: Hannover)
- 3 EXDIMUM (Standort: Harz)

### Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme

- 4 DryRivers (Standort: Selke, Rur, Elbe)
- 5 SpreeWasser:N (Standort: Untere Spree)
- 6 KliMaWerk (Standort: Lippe)
- 7 TrinkXtrem (Standort: Fernwasseruntersuchung Elbau-Ostharz, Harzwasserwerke, Talsperrenver-

waltung Sachsen, Rheinische-Westfälische Wasserwerksgesellschaft, Wasserversorgung Rheinessen-Pfalz, Zweckverband Landeswasserversorgung)

- 8 Smart-SWS (Standort: Bayern)

### Urbane extreme Wasserereignisse

- 9 AMAREX (Standort: Köln, Berlin)
- 10 AVOSS (Standort: Multiskalen: Deutschland; Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz & Hessen; ausgewählte Pilotgemeinden)
- 11 FloReST (Standort: Altenahr, Herrstein/Rhaunen, Linz am Rhein, Mendig, Tier)
- 12 Inno\_MAUS (Standort: Berlin, Würzburg)

# AMAREX – Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Die Auswirkungen von Wetterextremen sind für Menschen und ihr Lebensumfeld besonders in Städten deutlich spürbar. Hohe Anteile an versiegelten, dicht bebauten Flächen verhindern, dass Regenwasser versickern kann und verursachen dadurch bei Starkregen Überflutungen. Demgegenüber schädigen längere Trockenperioden das städtische Grün, das in Hitzephasen ausgleichend auf das Stadtklima wirkt. Das Verbundprojekt AMAREX untersucht Möglichkeiten zur Anpassung des Regenwassermanagements an zunehmenden Starkregen und an Trockenheit, um negative Folgen von Extremereignissen abzumildern und auch in Städten einen naturnahen Wasserhaushalt zu erreichen. Die Ergebnisse werden Kommunen in einem webbasierten Informations- und Planungstool zur Verfügung gestellt.

### Blau-grüne Infrastrukturen weiterentwickeln

Blau-grüne Infrastrukturen, die beispielsweise Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung sowie urbane Grünflächen und städtische Vegetation umfassen, sind Kernelemente einer wasserbewussten Siedlungsentwicklung. Sie dienen einem ausgeglichenen, naturnahen urbanen Wasserhaushalt mit geringen Abflüssen und einem hohen Maß an Verdunstung. Gleichzeitig wirken sie auch den zunehmenden Extrembelastungen Starkregen, Trockenheit und Hitze entgegen und tragen damit entscheidend zur Klimafolgenanpassung bei. Häufig sind die verschiedenen Elemente jedoch technisch nicht auf diese Wasserextreme ausgelegt, sodass sie ihre Wirkung nicht voll entfalten können.

Das Verbundvorhaben AMAREX untersucht daher, wie Anlagen der Regenwasserbewirtschaftung gezielt erweitert oder verändert werden können, um zusätzliche Speicherräume im Falle von Überflutungen zu schaffen beziehungsweise diese in Trockenperioden zur Bewässerung von Stadtgrün zu nutzen. Die Forschenden wollen die Umsetzungspotenziale solcher Maßnahmen und erreichbare Effekte im Bestand und bei Neuplanungen quantifizieren. Darüber hinaus erkunden sie, inwiefern sich aus dem Zustand des urbanen Wasserhaushalts ableiten lässt, wie gut ein Stadtgebiet an Starkregen, Trockenheit und Hitze angepasst ist.

### Modellgebiete in Berlin und Köln

Lösungen für die Überflutungsvorsorge und deren Wirkungen setzt AMAREX in zwei Berliner Pilotgebieten um.

Dabei geht es zum einen um dezentrale Maßnahmen des Regenwasserrückhalts, etwa auf Gründächern oder in Mulden. Zum anderen wird die Nutzung von öffentlichen Freiflächen als sogenannte multifunktionale Retentionsflächen überprüft. Dabei handelt es sich um Notflutungsflächen, auf denen das Wasser bei außergewöhnlichen Regenmengen gezielt zurückgehalten werden kann. Durch Überflutungssimulationen lässt sich feststellen, wie gut diese Elemente wirken, und es können Aussagen zur Übertragbarkeit auf andere Gebiete abgeleitet werden.

In einem weiteren Arbeitspaket erforschen die Projektteiligten das Potenzial der Regenwasserspeicherung zur Trockenheits- und Hitzevorsorge am Beispiel der Stadt Köln. Hierfür ermitteln sie mit einem computergestützten Screening, wo und unter welchen Randbedingungen extremwetterangepasste Regenbewirtschaftungsanlagen im urbanen Raum angeordnet werden können und wie sich dadurch ein Wassermangel im Umfeld während Hitze- und Trockenheitsphasen reduzieren lässt. Zusätzlich finden Feldversuche zur Regenwasserspeicherung und Bewässerung statt, um die erforderlichen Mengen und Qualitäten des Bewässerungswassers für Fassadenbegrünungen bei unterschiedlichen Trockenphasen zu bestimmen.



Starkregenüberflutung im Straßenraum

Die Ergebnisse werden anhand eines Erfassungs-, Aufbereitungs-, Speicherungs- und Bereitstellungs-Modells überprüft.

Ein wesentlicher Aspekt der Untersuchungen in AMAREX ist neben den Wasserextremen der lokale urbane Wasserhaushalt, also die Aufteilung des Jahresniederschlags in die drei Komponenten Verdunstung, Grundwasserneubildung und Abfluss. Anhand eines detaillierten Wasserhaushaltsmodells für Berlin quantifizieren die Forschenden positive Effekte des Regenwassermanagements auf die lokale Wasserbilanz über längere Zeiträume und bewerten, ob sich dadurch auch eine bessere Anpassung an Wasserextreme erzielen lässt.

Im Austausch mit kommunalen Akteuren werden die Wirkungen blau-grüner Infrastrukturen in den Pilotgebieten sowohl nach unterschiedlichen nicht-technischen Kriterien bewertet als auch einer finanziellen Kosten- und Nutzenanalyse unterzogen. Ein hierfür entwickeltes Tool ermöglicht so die ganzheitliche Beurteilung der Umsetzbarkeit und Synergien der ausgewählten Anlagen.

### Das AMAREX-Webtool

Alle Forschungsergebnisse münden abschließend in einem webbasierten Planungstool für die kommunale Praxis. Es soll als zentrales Element im integrierten Planungsprozess zur Anpassung an Wasserextreme sowohl die Zusammenarbeit zwischen Stadt-, Freiraum- und Infrastrukturplanung fördern als auch der Bürgerinformation dienen. Die Inhalte des Webtools werden in enger Zusammenarbeit mit den Partnerstädten Köln und Berlin entwickelt und in Workshops erarbeitet. AMAREX unterstützt damit Kommunen bereits in einer frühen Planungsphase bei der ganzheitlichen Bewertung von Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung zur wasserbewussten Stadtentwicklung und Anpassung an die Klimawandelfolgen.



Sommerliche Trockenheitsschäden an Stadtbäumen

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse (AMAREX)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1624A-H

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.229.552 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität  
Kaiserslautern-Landau  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft  
Paul-Ehrlich-Straße 14  
67663 Kaiserslautern  
Telefon: +49 (0) 631 205-2946  
E-Mail: ulrich.dittmer@bauing.uni-kl.de

#### Projektpartner

Berliner Wasserbetriebe AöR, Berlin  
Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, Berlin  
HELIX Pflanzensysteme GmbH, Kornwestheim  
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gemeinnützige GmbH, Berlin  
Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR, Köln  
Technologiestiftung Berlin, Berlin  
Universität Stuttgart, Stuttgart

#### Internet

amarex-projekt.de

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: T. Schmitt  
Rückseite: J. Bauer, Stadt Köln

# AVOSS – Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen: Potenziale, Unsicherheiten und Grenzen

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

In Deutschland besteht bei den Warnmechanismen zum Schutz vor Naturgefahren eine Lücke bezüglich lokal auftretender Sturzfluten. Das Verbundvorhaben AVOSS, an dem mehrere Forschungseinrichtungen, Ingenieurbüros und Praxisakteure der öffentlichen Hand beteiligt sind, will diese schließen. Ziel ist die Entwicklung und Erprobung einer mehrgliedrigen Sturzflutwarnung. Sie verknüpft Starkregenereignisse, davon ausgehende Sturzflutgefahren und potenziell resultierende Schäden auf verschiedenen räumlichen Skalen.

### Lücke im Warnsystem schließen

In den vergangenen Jahren gab es in Deutschland immer wieder Sturzfluten mit zum Teil verheerenden Auswirkungen. Ausgelöst wurden sie durch lokale Starkregen. Eine Warnung davor ist aber im Gegensatz zu Flusshochwasserereignissen bisher oft nicht möglich, da ihre Entstehung kompliziert ist und sie plötzlich und räumlich stark begrenzt auftreten. Die Menschen in betroffenen Gebieten werden daher häufig unvorbereitet von Sturzfluten überrascht.

Bestehende Warnwerkzeuge für Starkregen und deren Folgen beziehen sich nur auf die Vorhersage von Niederschlag und beachten nicht die aktuellen hydrologischen Verhältnisse. Doch sind gerade hydrologische Eigenschaften wie die aktuelle Bodenfeuchte und Landbedeckung sowie das Gefälle oder die Bodenbeschaffenheit letztlich dafür entscheidend, ob ein Starkregen auch eine Sturzflut auslöst. Eine belastbare Sturzflutwarnung muss daher neben den meteorologischen Faktoren auch die hydrologischen berücksichtigen.

Ziel des Verbundprojektes AVOSS ist es, die Lücke zu Sturzfluten im Warnsystem zu schließen. Es soll prototypisch Warnungen auf unterschiedlichen räumlichen Skalen von ganz Deutschland über einzelne Bundesländer bis auf Gemeindeebene ermöglichen. Die Beteiligten entwickeln mehrere aufeinander aufbauende Vorhersageprodukte und erproben diese in verschiedenen Pilotgebieten.

### Warnungen in Echtzeit

Die Vorhersageprodukte verknüpfen meteorologische, hydrologische und hydraulische Informationen. Verbindendes Element aller Vorhersagen ist, dass die Anwenderinnen und Anwender quasi in Echtzeit vor einer bevorstehenden Sturzflut gewarnt werden. Dafür kommen auch Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) zum Einsatz.

Für das gesamte Bundesgebiet entwickelt AVOSS eine anwenderorientierte Vorhersage von Starkregenereignissen auf der Grundlage von radarbasierten Niederschlagsprognosen. Für ausgewählte Bundesländer wird diese Radarvorhersage mit aktuellen hydrologischen Ereignissen zu einem hydrologischen Sturzflutindex (SFI) verknüpft. Dieser ermöglicht eine flächenhafte Sturzflutwarnung. Darüber hinaus erproben die Forschenden für ausgewählte Pilotgemeinden Vorhersagen zum oberirdischen Abflussgeschehen in bebauten Gebieten. In diese fließen neben den meteorologischen und hydrologischen



Wild abfließendes Wasser nach Starkregen

Verhältnissen auch die speziellen hydraulischen Gegebenheiten, wie beispielsweise das Kanalnetz oder Fließhindernisse, mit ein. Aufbauend darauf zielt das vierte Produkt aus AVOSS auf die Schadensvorhersage bei Starkregen- und Sturzflutereignissen ab, die ebenfalls in ausgewählten Testgemeinden entwickelt und erprobt wird. Die Vorhersage stützt sich hierbei auf umfangreiche Datenerhebungen von Überflutungsschäden aus vergangenen Sturzfluten.

Um die Verknüpfung von meteorologischen, hydrologischen und hydraulischen Informationen zu einem Echtzeit-Warnsystem zusammenzuführen, arbeiten im interdisziplinären AVOSS-Verbundprojekt mehrere Universitäten und Forschungseinrichtungen aus ganz Deutschland mit Meteorologen und Ingenieurbüros zusammen. Zusätzlich sind verschiedene Landesbehörden aus Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz sowie Vertreterinnen und Vertreter von Pilotgemeinden in das Projekt eingebunden, um die Praxistauglichkeit der zu entwickelnden Warnwerkzeuge zu gewährleisten und zu erproben.

### Großer gesellschaftlicher Nutzen

Zum Abschluss von AVOSS wollen die Projektbeteiligten den Prototyp eines hydrometeorologischen Echtzeit-Sturzflut-Warn- und -Vorhersage-Systems bereitstellen. Es kann dazu beitragen, die (lokale) Sturzflutvorhersage in den am Projekt beteiligten Ländern aufzubauen und verbessert somit entscheidend die Daseinsvorsorge. Das System könnte auch unmittelbar auf andere Bundes- und Nachbarländer übertragen werden.



Blockierte Straße nach Starkregen

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen: Potenziale, Unsicherheiten und Grenzen (AVOSS)

#### Laufzeit

01.04.2022 – 31.03.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1629A-G

#### Fördervolumen des Kooperationsprojektes

2.605.395 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr. Markus Weiler  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Professur für Hydrologie  
Friedrichstraße 39  
79098 Freiburg im Breisgau  
Telefon: +49 (0) 761 203-3530  
E-Mail: avoss@hydrology.uni-freiburg.de

#### Projektpartner

AtmoScience GmbH, Gießen  
BIT-Ingenieure AG, Freiburg im Breisgau  
Forschungszentrum Jülich GmbH, Agrosphere (IBG-3), Jülich  
Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ, Potsdam  
HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH, Karlsruhe  
Leibniz Universität Hannover, Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik im Bauwesen, Hannover

#### Internet

avoss.uni-freiburg.de/

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Gemeinde Bonndorf

[bmbf.de](http://bmbf.de)



# DryRivers – Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsfähiges Niedrigwasser-risikomanagement

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Im Sommer 2022 sind vermehrt kleinere Flüsse wie beispielsweise die Schwarze Elster (Brandenburg) oder die Dreisam (Baden-Württemberg) über mehrere Wochen abschnittsweise trockengefallen. Dies hatte eine massive Schädigung der Gewässerökologie zur Folge. Auch an größeren Flüssen waren die Auswirkungen der Dürre zu spüren. So war die Schifffahrt auf dem Rhein durch das Niedrigwasser stark beeinträchtigt. Dadurch wurde die Lieferung wichtiger Rohstoffe – wie etwa Kohle oder Öl – in die Industrieregionen am Rhein massiv eingeschränkt. Das Verbundprojekt DryRivers entwickelt eine Softwarelösung, die Behörden und andere Institutionen effektiv beim Risikomanagement von Niedrigwasser unterstützt.

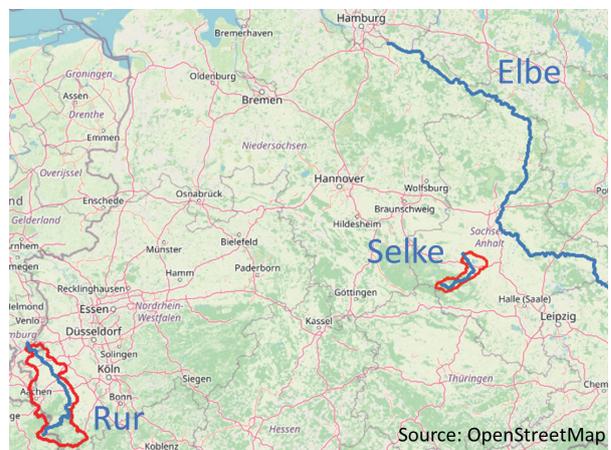
### Niedrigwasserrisikomanagement – warum?

Die trockenen Sommer der Jahre 2018, 2019 und 2022 brachten extrem geringe Abflüsse und Wasserstände sowie Niedrigwasserrekorde in vielen europäischen Fließgewässern mit sich. Umfangreiche ökonomische und ökologische Schäden sind die Folge. So können Einschränkungen der Binnenschifffahrt, eine reduzierte Stromerzeugung aus Wasserkraft oder eingeschränkte Brauchwassernutzung beträchtliche wirtschaftliche Verluste verursachen. Aus gewässerökologischer Sicht gehören unter anderem schlechtere Wandermöglichkeiten für im Wasser lebende Tier, eine extreme Abnahme der Sauerstoffversorgung und ein mögliches Trockenfallen eines Gewässers zu den größten Belastungen.

Von der Niedrigwasserproblematik sind viele Akteure mit oft unterschiedlichen Interessen betroffen. Hierzu zählen neben Behörden und Unternehmen der Wasserwirtschaft auch verschiedene Wassernutzer. Es stellt sich also die Frage, welche Schutz- und Nutzungsansprüche von vorrangiger Bedeutung sind und mit welchen Maßnahmen sie am umfassendsten erfüllt werden können. Solche grundsätzlichen Priorisierungen und Konfliktlösungsstrategien für Maßnahmen gegen Niedrigwasser fehlen bislang. Das Verbundprojekt DryRivers will deshalb ein für die Praxis geeignetes Instrument entwickeln, das das Niedrigwasserrisikomanagement für Fließgewässer effektiv, objektiv und transparent unterstützen kann.

### Digitale Unterstützung

Kern des Werkzeuges ist eine ganzheitliche Analyse des Niedrigwasserrisikos, um die vielschichtigen und komplexen Zusammenhänge und Auswirkungen abbilden zu können. Die Analyse basiert auf der Modellierung von Zeitreihen zum Wasserhaushalt. Dabei verarbeiten die Forschenden künstlich erzeugte, langjährige Wetterdaten und generieren so Abflusszeitreihen. Anthropogene, das heißt von Menschen herbeigeführte, Zuflüsse und Entnahmen müssen dabei ebenfalls berücksichtigt werden. Mithilfe hydraulischer Modellierungen lassen sich anhand der Zeitreihen Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten und Wassertemperaturen im Fließgewässer ableiten.



Pilotgebiete im Projekt DryRivers

Ein gekoppeltes Grundwassermodell ermöglicht es zudem, Austauschprozesse zwischen Fließgewässer und Grundwasser zu berücksichtigen. Auf Basis der hydraulischen Daten werden zunächst die ökologischen und die sozioökonomischen Konsequenzen von Niedrigwasser berechnet und daraus anschließend das Niedrigwasserrisiko abgeleitet. Die Projektbeteiligten stellen unterschiedliche Maßnahmen zur Minderung des Niedrigwasserrisikos in einem allgemeinen Katalog zusammen: dazu zählen beispielsweise Wasserspeicherung, Flussbau oder ein dynamisches Wasserrecht. Darauf aufbauend können Risikomanagementpläne erstellt werden.

Als Basis für die Entwicklung des digitalen Niedrigwassermanagementsystems nutzen die Forschenden ein frei verfügbares Softwarepaket, das bereits im Hochwasserschutz eingesetzt wird. Mit dem Werkzeug testen sie anschließend ausgewählte Maßnahmen in drei verschiedenen Pilotgebieten: Selke, Rur und einem Elbeabschnitt (Prettin bis Geesthacht). Diese repräsentieren verschiedene Arten von Fließgewässern (klein-mittel-groß), die sich hinsichtlich ihrer Hydrologie, Hydraulik sowie den daraus folgenden sozioökonomischen und ökologischen Folgen bei Niedrigwasser unterscheiden.

Die Projektpartnerinnen und -partner bewerten die Wirksamkeit der Maßnahmen im jeweiligen Einzugsgebiet im Vergleich zum Ist-Zustand und priorisieren sie. Dabei werden auch die Auswirkungen klimatischer und sozioökonomischer Veränderungen auf das Niedrigwasserrisiko berücksichtigt. Akteure aus den Risikogebieten – Bewohner, Behörden, Unternehmen, Vereine etc. – werden in den gesamten Prozess aktiv einbezogen, um realitätsnahe Zukunftsszenarien und Maßnahmen mit hoher Akzeptanz zu entwickeln.

### Für alle verfügbar

Das im Verbundprojekt DryRivers entwickelte Werkzeug steht nach Abschluss als frei zugängliche Software zur Verfügung. Profitieren sollen davon vor allem nationale und internationale Institutionen wie Behörden und Ingenieurbüros. Die für die drei Pilotgebiete erstellten Produkte wie Niedrigwasserrisikokarten und Maßnahmenkataloge können zudem direkt das dortige Niedrigwasserrisikomanagement unterstützen.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsfähiges Niedrigwasserrisikomanagement (DryRivers)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1628A-D

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.848.631 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing Daniel Bachmann  
Hochschule Magdeburg-Stendal  
Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit  
Breitscheidstraße 2  
39114 Magdeburg  
Telefon: +49 (0) 391 886-4772  
E-Mail: daniel.bachmann@h2.de

#### Projektpartner

LimnoPlan – Fisch- und Gewässerökologie, Erfstadt  
RWTH Aachen University, Institut für Soziologie, Aachen  
RWTH-Aachen University, Institut für Wasserwirtschaft, Aachen  
Umweltbüro Essen Bolle und Partner GbR, Essen

#### Internet

wax-dryrivers.h2.de

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweis

Hochschule Magdeburg-Stendal

[bmbf.de](https://www.bmbf.de)



# EXDIMUM – Extremwettermanagement mit digitalen Multiskalen-Methoden

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Der globale Klimawandel wirkt sich nicht nur auf die durchschnittlichen Niederschläge aus, sondern verstärkt vor allem Wetterextreme wie Trockenheit und Starkregen. Dies führt zu Herausforderungen, die sich zugleich auf verschiedenen und oft entgegengesetzten Raum- und Zeitskalen abspielen: So ist extreme Trockenheit ein längerfristiger Prozess, der sich über größere Regionen erstreckt; umgekehrt treten Hochwasser oft kurzfristig und stärker lokalisiert auf. Bereits kleine lokale Unterschiede im Gelände, wie ein durch Totholz blockierter Bach, können drastische Unterschiede im Abfluss von Niederschlägen auslösen. Um für Extremwetterlagen gerüstet zu sein, leitet das Forschungsprojekt EXDIMUM aus der Simulation solcher Ereignisse auf verschiedenen Skalen Prognosen und Handlungsempfehlungen ab. Dazu kombinieren die Forschenden Methoden der Informatik und Informationstechnik unter Nutzung unterschiedlicher Datenquellen.

### Dürre und Flutkatastrophen

Durch die Vielschichtigkeit und Verflechtung von Wetterextremen, die sich gegenseitig noch verstärken, lassen sich die Auswirkungen des Klimawandels weder mittels einfacher Zeitreihenanalysen noch durch eine Betrachtung von Einzelaspekten verstehen und bewältigen. Im Harz, dem höchstem Mittelgebirge Norddeutschlands, werden die Probleme besonders deutlich; aufgrund landschaftlicher Besonderheiten zeigt sich dort eine Vielzahl von Folgen des Klimawandels noch klarer und früher als in anderen Gegenden: Lag in Braunlage der durchschnittliche Jahresniederschlag zwischen den Jahren 1990 und 1999 noch bei 1375 Millimeter und von 2000 bis 2009 bei 1376 Millimeter, waren es zwischen 2010 und 2019 nur noch 983 Millimeter. Auch am anderen Ende der Skala gibt es Alarmzeichen: Trotz der Möglichkeit, Hochwasserspitzen mit Talsperren schützend abzdämpfen, überschwemmten bereits 2014 und 2017 Flutwellen die Stadt Goslar und das Umland. Wie bei der Flutkatastrophe in der Eifel und im Ahrtal 2021 deutlich wurde, lassen sich der konkrete Ort und Zeitpunkt solcher Extremwetterlagen nur relativ kurzfristig erkennen.

Ein ganzheitlicher Ansatz, der Wassermenge, Raum, Zeit, Gelände und Landnutzung auf verschiedenen Skalen betrachtet und miteinander verbindet, ist unabdingbar, um im Ernstfall angemessen reagieren zu können. Die Beteiligten des Verbundprojektes EXDIMUM nutzen daher topographische Informationen, Angaben zur Landnutzung und zum Zustand der Vegetation sowie zur Bodenfeuchte

für die Simulation möglicher Extremwetterlagen. Dies ermöglicht es, bereits im Vorfeld aussichtsreiche Handlungsansätze zu identifizieren und zu testen. Zukünftig soll das helfen, den Ablauf von Flutkatastrophen wie im Ahrtal besser vorherzusagen und Menschenleben zu retten.

### Simulation, Methoden und Transfer

Als Datenquellen kommen bei EXDIMUM räumlich und zeitlich hochaufgelöste Luftbilder zum Einsatz. Sie werden mit Referenzwerten kombiniert, die durch bodenbasierte, im Projekt entwickelte Sensoren erhoben werden. Mit dem so erzeugten digitalen Abbild der Realität können neuartige Methoden der Künstlichen Intelligenz nicht nur



Die Okertalsperre im Harz im Oktober 2022: Anhaltende Trockenheit führt zu niedrigem Wasserstand und Baumsterben, was wiederum die Böden anfälliger und weniger aufnahmefähig für Niederschläge macht.

bestehende Zusammenhänge erkennen, sondern mithilfe eines in verschiedenen Raum- und Zeitdimensionen arbeitenden Modells auch den jeweiligen Systemzustand abbilden. Das Modell wird für die Region um Goslar am Harz in einem Pilotbetrieb getestet. Die Methoden und Modelle sollen aber auch für andere Regionen und Landschaften wichtige Fortschritte ermöglichen; dafür werden in der Folge fünf weitere deutsche Gebiete untersucht.

### Kurzfristig und langfristig besser

Der in EXDIMUM verfolgte Ansatz, verschiedene Skalen in einem Gebiet gemeinsam zu betrachten und zu kombinieren, ermöglicht sowohl kurzfristige Prognosen als auch längerfristige Handlungsempfehlungen für Netzbetreiber und Flussgebietsmanager. Die so erzielten Verbesserungen im Hochwasserschutz dienen der Gesellschaft insgesamt und entlasten auch die regionale Wirtschaft, indem die schlimmsten Auswirkungen von Extremwetterlagen zumindest abgeschwächt werden. Nach Projektende ist eine Markteinführung der entwickelten Sensorsysteme für das Umweltmonitoring geplant.



Die geometrische Modellierung eines Rückhaltebeckens im Raum Goslar erlaubt es, dessen Kapazität und Einzugsbereich exakt zu ermitteln. So können verlässliche Rückschlüsse für den Effekt bei der Abdämpfung von Flutwellen gezogen werden.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Extremwettermanagement mit digitalen Multiskalen-Methoden (EXDIMUM)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1631A-G

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.662.765 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr. Sándor P. Fekete  
Technische Universität Braunschweig  
Mühlenpfordtstraße 23  
38106 Braunschweig  
Telefon: +49 (0) 531 391-3111  
E-Mail: s.fekete@tu-bs.de

#### Projektpartner

AMENO GmbH, Braunschweig  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel  
DSI Aerospace Technologie GmbH, Bremen  
EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH, Goslar  
REMONDIS Aqua Industrie GmbH & Co. KG, Lünen  
Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

#### Internet

exdimum.org

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Sándor Fekete/TU Braunschweig  
Rückseite: SCALGO



# FloReST – Urban Flood Resilience – Smart Tools

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Durch Starkregen verursachte Sturzfluten und Überflutungen haben in den letzten Jahren vermehrt zu weitreichenden Schäden an technischen und sozialen Infrastrukturen in städtischen Gebieten geführt. Notabflusswege können dazu beitragen, solche Wassermengen möglichst schadlos durch Wohngebiete abzuleiten. Damit befasst sich das Verbundvorhaben FloReST. In dem interdisziplinären Projekt werden intelligente Werkzeuge entwickelt, um die Widerstandsfähigkeit kritischer Infrastrukturen gegenüber Wasser-Extremereignissen zu steigern.

### Smart Tools aus dem Werkzeugkasten

Die durch Sturzfluten verursachten Schäden an Infrastrukturen entstehen vor allem durch kleinere Gewässer, oftmals auch durch Oberflächenabflüsse fernab der eigentlichen Wasserläufe. Bei diesen Sturzfluten müssen die Wassermengen möglichst schadlos durch städtische Gebiete abgeleitet werden. Technische Rückhaltesysteme sind damit oft planmäßig überlastet, sodass lokale Maßnahmen zum Objektschutz nicht ausreichen. Es empfiehlt sich daher, technische Maßnahmen mit Notabflusswegen als wesentliches Element der wassersensiblen Stadtentwicklung zu ergänzen.

Das Verbundvorhaben FloReST lotet verschiedene Maßnahmen aus, die urbane Infrastrukturen besser gegen Wasser-Extremereignisse wappnen sollen. Durch innovative technologische Lösungen wie der Neu- und Weiterentwicklung eines robotergestützten Systems zur 3D-Datenerfassung, dem Einsatz künstlicher Intelligenz sowie mithilfe von Drohnentechnik werden überflutungsgefährdete kritische Bereiche lokalisiert, Notabflusswege ausgewiesen und somit die Resilienz der Infrastrukturen gesteigert.

Die Forschenden wollen Kommunen einen Werkzeugkasten zur Verfügung stellen, der eine an die lokal hochaufgelöste Planung und Ausweisung von Notabflusswegen angepasste Auswahl an intelligenten technischen Werkzeugen erlaubt. Diese Smart Tools stellen Informationen über Gefahren und Risiken, die aus regelmäßig auftretenden Wasser-Extremereignissen resultieren, digital bereit und machen diese zugänglich. Dabei spielt die nachhaltige Sensibilisierung für die Folgen von Sturzfluten und das Aufzeigen möglicher Lösungsansätze eine große Rolle. Um sicherzustellen, dass sich die Werkzeuge in die Praxis übertragen lassen, bindet FloReST fünf bereits von Sturzfluten betroffenen Kommunen in die Entwicklung ein.

### Notabflusswege mit neuen Technologien ausweisen

Die Neuentwicklung eines robotergestützten Systems ermöglicht die hochaufgelöste 3D-Datenerfassung der innerörtlichen Infrastruktur. Damit können künftig auch kleinskalige Fließhindernisse und Bruchkanten mit verhältnismäßig geringem Zeitaufwand und Personaleinsatz genau dokumentiert werden. Diese präzise Datenerfassung war bislang kaum möglich.

Zudem kann der Einsatz von UAV-Drohnentechnik und Dotierversuchen dazu dienen, belastungsabhängige Notabflusswege experimentell auszuweisen, um die Maßnahmen zur Hochwasser- und Sturzflutvorsorge zielgenau planen und umsetzen zu können. Bei den Dotierversuchen wird Wasser erwärmt und dann dessen Fließweg mithilfe einer Wärmebildkamera registriert. Die Kombination von Echt- und Thermalbildern erlaubt eine automatisierte, detailgenaue Ausweisung kritischer Punkte in der urbanen Infrastruktur.

Technologien mit Künstlicher Intelligenz sollen darüber hinaus die Ausweisung von Notabflusswegen erleichtern. Die bisher sehr aufwändige Erstellung und Anpassung hy-



Die Wärmebildkamera zeigt thermal markierte Wasserfließwege auf versiegelten Oberflächen.

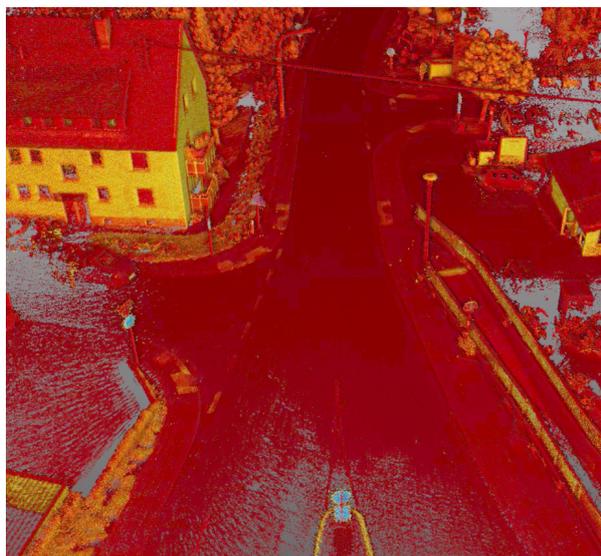
draulischer Modelle kann so durch effiziente und schnelle Verfahren des maschinellen Lernens ersetzt werden.

### Digitale Produkte

Die Projektverantwortlichen planen, die aus regelmäßig auftretenden Wasserextrem-Ereignissen gewonnenen digitalen Informationen über Gefahren und Risiken in Form einer zentralen Geo-Datenbank (Geo-Data-Warehouse) und einer mobilen App bereitzustellen. Die Datenbank bietet ein innovatives Plattform-Format, das die gemeinsame Auswertung und Darstellung der Anwendungsergebnisse von Smart Tools für Planerinnen und Planer sowie Fachbehörden erlaubt.

Über die mobile App sollen die Erfahrungen und Ortskenntnisse der Bürgerinnen und Bürger zu vergangenen Starkregenereignissen erfasst und die Bürgerbeteiligung gefördert werden. Anwohnende können dabei kritische Stellen bei (Stark)Regenereignissen an die Behörden melden. Dieses Wissen fließt anschließend in Kartenprodukte sowie in den Risikokommunikations- und Planungsprozess ein.

In enger Abstimmung mit den Pilotkommunen, Fachverbänden und betroffenen Bürgerinnen und Bürgern eröffnet FloReST einen intelligenten, dialogorientierten Weg zur nachhaltigen Umsetzung von Hochwasservorsorgemaßnahmen in urbanen Räumen.



Eine mit mobilem Scanner erzeugte Laserscan-Aufnahme in Form einer Punktwolke liefert ein realitätsgetreues Abbild der Umgebung.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Urban Flood Resilience – Smart Tools (FloReST)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1634A-F

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.075.871 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer  
Hochschule Koblenz  
Konrad-Zuse-Straße 1  
56075 Koblenz  
Telefon: +49 (0) 261 9528 631  
E-Mail: kirschbauer@hs-koblenz.de

#### Projektpartner

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Kaiserslautern  
Disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe  
Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Hoppstädten-Weiersbach  
Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH, Thür  
Universität Trier, Trier

#### Internet

[hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/allgemeines](https://hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/allgemeines)

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projektträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Universität Trier  
Rückseite: IG Siekmann + Partner mbH



# Inno\_MAUS – Innovative Instrumente zum Management des urbanen Starkregenrisikos

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

**Starkregen tritt räumlich eng begrenzt und kurzfristig auf. Daher ist er besonders schwer vorherzusagen. Extreme Niederschläge können aber insbesondere in Städten große Schäden verursachen. Das Verbundprojekt Inno\_MAUS entwickelt digitale Instrumente zum Umgang mit Starkregenrisiken in Städten weiter und stellt sie den Kommunen zur Verfügung. Dies umfasst Tools zur Echtzeitvorhersage und Szenarioanalysen von Starkregenereignissen, zur Abflussbildung und -konzentration sowie zur Risikoanalyse und -vorsorge.**

### Starkregenrisiko in Städten

Die Folgen von Starkregen sind für Städte in ganz Deutschland eine potenzielle Gefahr. In Städten gibt es viele versiegelte Flächen, auf denen plötzlich und örtlich begrenzt auftretende Niederschläge nicht schnell genug versickern können. Auch die Entwässerungsinfrastruktur ist überlastet, sodass sich das abfließende Wasser sammelt und zu Überschwemmungen führt.

Ein ganzheitliches Starkregenrisikomanagement verbindet zahlreiche Komponenten: Quantitative und hochauflösende Analysen, die Aufschluss über Gefährdungspotenzial und Anfälligkeit eines Gebietes geben, modellbasierte Vorhersagen und Frühwarnung, zielgruppenspezifische Risikokommunikation, aber auch bauliche Maßnahmen müssen zusammenwirken. Die Umsetzung dieses Konzepts erweist sich in der Praxis jedoch als schwierig. Einerseits fehlen effiziente, skalierbare und übertragbare Instrumente. Andererseits werden die Synergien zwischen den unterschiedlichen Komponenten des Starkregenrisikomanagements aufgrund fehlender Schnittstellen oft nicht ausgeschöpft.

Das Verbundprojekt Inno\_MAUS verfolgt das Ziel, innovative digitale Instrumente, die sich flexibel in existierende kommunale Abläufe und Dateninfrastrukturen integrieren lassen, weiterzuentwickeln und für Kommunen bereitzustellen. Dabei erforschen die Projektbeteiligten auch das Potenzial von tiefen neuronalen Netzen und hochauflösenden Radarbildern. Erprobt werden die Instrumente in Zusammenarbeit mit kommunalen Akteuren in den Pilotstädten Berlin und Würzburg.

### Verbesserte Vorhersagen und integriertes Management

Hochauflösende Radarbeobachtungen sind für ein effektives Starkregenrisikomanagement eine wichtige Grundlage. Die an Inno\_MAUS beteiligten Forschenden wollen daher ein Werkzeug entwickeln, das Niederschlagsmengen radargestützt nahezu in Echtzeit abschätzt. Im Ergebnis soll es möglich sein, alle fünf Minuten eine aktuelle Vorhersage der Niederschlagsentwicklung für die nächsten 60 Minuten bereitzustellen. Dafür nutzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tiefe neuronale Netze. In einem neuronalen Netz ahmen künstliche Neuronen durch Algorithmen die Nervenzellen im Gehirn nach, um komplexe Aufgaben maschinell zu lösen. Die künstlichen Neuronen sind üblicherweise in Schichten angeordnet. Gibt es sehr viele Ebenen, spricht man von tiefen neuronalen Netzen. Sie können besonders große Datenmengen verarbeiten.

Bei Starkregen ist die Menge des Wassers, das sich an der Oberfläche sammelt und dort abfließt, davon abhängig, wie schnell wie viel Regenwasser versickern kann.



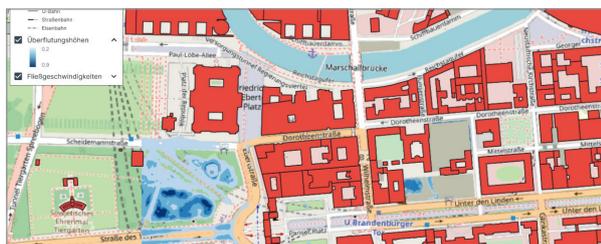
Starkregen im Juli 2021 führte zu Überflutungen im Würzburger Süden.

Deshalb spielt die Möglichkeit, Wasser in der Stadt auf entsiegelten Flächen zurückzuhalten, eine wichtige Rolle für das Risikomanagement. Mit hydrologischen Modellen simulieren die Projektbeteiligten, wie viel Wasser durch unversiegelte Flächen wie Gärten, Parks und dezentrale Versickerungsanlagen versickern, abfließen und zurückgehalten werden kann. Diese Modelle nutzen sie nicht nur, um den tatsächlichen Effekt städtebaulicher Maßnahmen für den Schutz vor niederschlagsbedingten Überflutungen zu bewerten. Es geht auch darum, Möglichkeiten zur Speicherung von Niederschlagswasser für die Bewässerung während Trockenzeiten auszuloten.

Diese Ergebnisse nutzen die Forschenden für das Training tiefer neuronaler Netze. Dabei verfolgen sie das Ziel, mithilfe frei verfügbarer Informationen wie Wetterdaten und Daten zur Geländebeschaffenheit die bei einem Starkregen zu erwartende Abflussbildung vorherzusagen. Auf Grundlage der zuvor ermittelten Überflutungshöhen bewertet Inno\_MAUSt dann die Auswirkungen auf Bevölkerung, Gebäude und städtische Infrastruktur. Die Ergebnisse werden für unterschiedliche Akteure, etwa Stadtplanung und Katastrophenschutz, aufbereitet. Eine strukturierte Zusammenfassung in sogenannten „Storylines“, die zum Beispiel durch dynamische Infografiken visualisiert werden können, unterstützt die Risikokommunikation und macht die potenziellen Auswirkungen von Starkregenereignissen greifbar.

### Praxistest in Berlin und Würzburg

Die in Inno\_MAUSt entwickelten digitalen Instrumente erproben die Beteiligten in Berlin und Würzburg. Die Tools werden in das bereits existierende Starkregenrisikomanagement der Städte integriert. Da sich diese hinsichtlich ihrer Abfluss- und Schädigungsprozesse stark unterscheiden, kann so auch die Übertragbarkeit des Systems auf andere Städte gestärkt werden.



Entwurf einer Überflutungskarte

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitle

Innovative Instrumente zum Management des urbanen Starkregenrisikos (Inno\_MAUSt)

#### Laufzeit

01.04.2022 – 31.03.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1632A-D

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.917.640 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Axel Bronstert  
Universität Potsdam  
Lehrstuhl Hydrologie und Klimatologie  
Karl-Liebknecht-Straße 24-25  
14476 Potsdam  
Telefon: +49 (0) 331 977 2548  
E-Mail: axelbron@uni-potsdam.de

#### Projektpartner

Technische Universität München, München  
KISTERS AG, Aachen  
Orbica UG, Berlin

#### Internet

uni-potsdam.de/de/inno-maus

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Moritz Reiningger/Stadt Würzburg  
Rückseite: Orbica



# InSchuKa4.0 – Kombiniertes Infrastruktur- und Umwelt-Schutz durch KI-basierte Kanalnetzverwaltung

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Durch den Klimawandel treten Hochwasser oder Überschwemmungen durch Starkregen in Deutschland immer häufiger auf und überlasten das Kanalsystem. Andererseits können sich auch längere Dürreperioden sehr negativ auf den Betrieb eines Kanalnetzes auswirken. Im Verbundprojekt InSchuKa4.0 wollen Forschende, Industrie und kommunale Beteiligte das Kanalnetz flexibel, widerstandsfähig und effizient gegenüber extremen Wetterbedingungen machen. Sie entwickeln dazu eine auf Künstlicher Intelligenz basierende Kanalnetzmanagementlösung, die Monitoring, Analyse, Prognose und Kommunikation umfasst.

### Extremwetter macht dem Kanalnetz zu schaffen

Wetterextreme wie Starkregen und langanhaltende Trockenperioden stellen Kanalnetzbetreiber zunehmend vor Probleme. Zum einen drohen bei vollen Kanalsystemen, die die großen Regenmengen nicht mehr aufnehmen können, Überflutungen und unkontrollierte Einleitungen ungeklärter Abwässer in die Gewässer. Andererseits können längere Dürreperioden schwerwiegende negative Folgen für den Betrieb des Netzes haben. Zu den wichtigsten Aspekten hierbei gehören unerwünschte Ablagerungen, die zum Beispiel zu Geruchsbelästigungen führen. Fließt nur wenig Wasser durch den Kanal, lassen sich diese Sedimente viel schwerer beseitigen als bei regelmäßigen Regenfällen. Wenn jedoch unmittelbar nach einer langen Trockenperiode Starkregen fällt, füllt sich die Kanalisation innerhalb kürzester Zeit. Die vorhandenen Ablagerungen gelangen dann mit dem überschüssigen Wasser ungereinigt aus dem Kanalsystem in die Gewässer.

Der exakte Ort und Zeitpunkt extremer Wetterereignisse lassen sich nach wie vor nur schwer vorhersagen. Für die Kanalnetzverwaltung sind daher dynamische und flexible technische Lösungen gefragt. Das Verbundprojekt InSchuKa4.0 entwickelt eine intelligente Kanalnetzsteuerung, um einen flexiblen, widerstandsfähigen und effizienten Betrieb zu gewährleisten. Hierfür fließen Daten von innovativen Kanalsensoren und moderner, als cyberphysische-Systeme entwickelter, Kanalausstattung ein sowie zusätzlich historische und prognostische Wetterdaten.

Ein Ziel der Forschenden ist es, das vorhandene Kanalvolumen maximal zu nutzen. Die gleiche Lösung soll auch eine automatische präventive Spülung von Kanalabschnitten ermöglichen, um Ablagerungen zu vermeiden.

### Testregion Jena

Um die neue Technologie zu entwickeln und zu erproben, nutzen die Projektbeteiligten einen Abschnitt des Jenaer Kanalnetzes. Auf Basis bereits vorhandener Kanalnetzberechnungen und historischer Regendaten simulieren die Forschenden in einem ersten Schritt hydraulische Verhältnisse im Kanal bei extremen Wetterbedingungen. Damit analysieren sie, welche Speicherkapazität im Abschnitt derzeit genutzt wird, wie sich der Kanal in verschiedenen Situationen verhält und welches vorhandene Volumen zusätzlich verfügbar gemacht werden kann. Auf dieser Grundlage konzipieren sie eine neuartige KI-basierte Kanalnetzmanagementlösung für Wetterextreme.



Ist-Situation in einem Abschnitt des Jenaer Kanalnetzes

Das System besteht aus modernen Steuerungselementen, Schieber-/Wehrsystemen sowie Sensoren zur Erfassung von Sedimenten. Ein anschließender Probebetrieb soll zeigen, welche Möglichkeiten das neue System bietet und ob es sich auf andere Anwendungsfälle übertragen lässt.

### Lösung für steigende Nachfrage

Die im Verbundprojekt InSchuKa4.0 entwickelte Kanalnetzbewirtschaftung soll die steigende Nachfrage von Betreibenden nach solchen komplexen dynamischen Lösungen bedienen. Die Kombination aus intelligenter Datenerfassung, -auswertung und Steuerung unter Verwendung KI-basierter Algorithmen trägt dazu bei, die städtische Abwasserinfrastruktur vor den Folgen von Starkregen und anhaltenden Trockenperioden besser zu schützen. Zudem wird auch weitere Überflutungsfähigkeit städtischer Infrastruktur wirksamer als bisher gesichert.

Nach Projektende soll das neue dynamische Kanalnetzmanagementsystem dauerhaft in Jena und weiteren Umlands-Kanalnetzen eingesetzt werden. Die Vorhabenergebnisse können auch als Blaupause für andere Mittel- und Großstädte dienen. Hierzu werden interessierte Städte und Kommunen in den Ergebnisdialog mit eingebunden. Um den Transfer zu erleichtern, ist die Erstellung eines allgemein anwendbaren Kriterienkatalogs für Planende und Betreibende vorgesehen.



Beispiel einer Absperrarmatur

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Kombinierter Infrastruktur- und Umwelt-Schutz durch KI-basierte Kanalnetzbewirtschaftung (InSchuKa4.0)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1623A-F

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.003.952 Euro

#### Kontakt

Prof. Günter Müller-Czygan  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof  
Institut für Wasser- und Energiemanagement  
Alfons-Goppel-Platz 1  
95028 Hof/Saale  
Telefon: +49 (0) 9281 409 4683  
E-Mail: guenter.mueller-czygan@hof-university.de

#### Projektpartner

Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit, Magdeburg  
HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, Meschede  
JenaWasser-Zweckverband Abwasserentsorgung und Wasserversorgung, Jena  
NIVUS GmbH, Eppingen  
PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datensysteme mbH, Meschede

#### Internet

<https://iwe.hof-university.de/index.php/startseite/projekte/inschuka4-0-2>

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: JenaWasser



# KliMaWerk – Nachhaltige Bewirtschaftung des Landschaftswasserhaushaltes zur Erhöhung der Klimaresilienz: Management und Werkzeuge

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

**Der Klimawandel führt zu merklichen Veränderungen in der Umwelt. Langanhaltende Dürreperioden verursachen Niedrigwasser in den Flüssen und ausgetrocknete Bäche, zudem fehlt Wasser in der Landschaft. Der direkte Wechsel mit lokalem Starkregen belastet die Infrastruktur und begünstigt Überschwemmungen. Die Folgen für die Natur sowie den Menschen sind erheblich. Die Beteiligten des Verbundprojektes KliMaWerk untersuchen, wie die Widerstandskraft von Gewässern, Böden und Grundwasser gegenüber den Folgen des Klimawandels gestärkt werden kann. Neu ist der ganzheitliche Blick auf den Landschaftswasserhaushalt, der alle relevanten Akteure einbezieht.**

### Verschiedene Anliegen berücksichtigen

Die Entwicklungen der vergangenen Jahre haben verdeutlicht: Der Klimawandel bringt Gewässer und Landschaft in Extremsituationen. Der immer häufigere direkte Wechsel zwischen wochenlanger Trockenheit und Niedrigwasser einerseits sowie Starkregen und Hochwasser andererseits wirkt sich vielfältig aus. Bei niedrigen Wasserständen verkleinern sich Lebensräume für Pflanzen und Tiere in Gewässern, heizt sich das Wasser auf, weniger Sauerstoff ist gelöst und Schadstoffkonzentrationen steigen. In ausgetrockneten Bächen können viele Arten nicht überleben.

Auch für den Menschen, die Gesellschaft und unsere Lebensweise sind die negativen Folgen erheblich. Fehlendes Wasser in Gewässern, Böden und Grundwasser bedeutet, dass zu wenig Wasser zur Nutzung in der Landwirtschaft, für Trinkwasser, Industrie und Gewerbe zur Verfügung steht. Nutzungskonflikte sind hier vorprogrammiert. Und Überschwemmungen als Folge von Starkregen verursachen wirtschaftliche Schäden sowohl in der Stadt als auch auf dem Land.

Ziel des Verbundprojektes KliMaWerk ist herauszufinden, welche möglichst naturnahen Maßnahmen helfen, die Widerstandskraft von Gewässern und der Landschaft gegenüber den Extremereignissen Dürre und Starkregen zu erhöhen. Die Forschenden verfolgen dabei einen ganzheitlichen Ansatz: Sie betrachten die Wirkungen von Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen und unter Einbeziehung verschiedener Akteure wie Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Naturschutz. Die integrierte Betrachtung eines gesamten Flussgebiets ermöglicht

es, die ökologischen Funktionen der Gewässer als auch konkurrierende Gewässernutzungen zu berücksichtigen.

### Maßnahmen für den Landschaftswasserhaushalt

Die Forschenden führen ihre Untersuchungen über einen Zeitraum von zwei Jahren in zwei repräsentativen Gebieten – einem ländlich und einem städtisch geprägten – im Einzugsbereich der Lippe durch. Interessant sind für sie zum Beispiel die Wassertemperatur, der Sauerstoff- und Nährstoffgehalt, die vorkommenden Tier- und Pflanzenarten oder die Fließgeschwindigkeit und der Wasserstand. Auch wird untersucht, wie es um Ökosystemfunktionen wie Wasser- und Nährstoffrückhalt oder aquatische Lebensräume bestellt ist. Damit wollen die Forschenden herausfinden, wie Fluss und Natur auf Niedrigwasser und Austrocknung im Wechsel mit Starkregenereignissen reagieren. Weiterhin wie erfolgreich die bereits getroffenen Maßnahmen, zum Beispiel Renaturierung, Beschattung oder Rückhaltebecken, sind.



Ausgetrockneter Rotbach bei Dinslaken im Sommer 2022

Die Weiterentwicklung und Kopplung eines Grundwasser- und Oberflächenabflussmodells gibt Aufschluss über die Wirkung von Maßnahmen bei unterschiedlichen klimatischen und hydrologischen Bedingungen. Mit einem weiteren Modell simulieren die Forschenden den Landschaftswasserhaushalt sowie die Stoff- und Sedimentverteilung im gesamten Einzugsgebiet der Lippe.

Die Projektbeteiligten erarbeiten angepasste Managementkonzepte und Werkzeuge für ausgewählte Teileinzugsgebiete, die kleine und große, ländlich und urban geprägte Gewässer sowie eine Vielzahl an Wassernutzungen abdecken. Interessensvertreter aus Landwirtschaft, Verwaltung und Naturschutz werden aktiv darin einbezogen, um ihre teilweise gegensätzlichen Anliegen beim Wassermanagement in Einklang zu bringen.

### Werkzeugkasten und Empfehlungen

Anhand der Untersuchungsergebnisse erstellen die Forschenden zum Abschluss des Projekts einen Werkzeugkasten, der Wassermanagerinnen und -managern deutschlandweit als Planungsinstrument für die Auswahl geeigneter Maßnahmen und Strategien dienen soll. So kann beispielsweise das gekoppelte Grundwasser-Oberflächenabfluss-Modell für gewässerbezogene Planungen verwendet werden. Die empfohlenen Maßnahmen zum Umgang mit Niedrigwasser und Trockenheit sowie Hochwasser und Starkregen berücksichtigen die verschiedenen Nutzungsarten und -intensitäten in ländlichen und urbanen Gebieten und können direkt in Managementpläne einfließen.



Regenwasserabkopplung und Versickerung im urbanen Raum

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitle

Nachhaltige Bewirtschaftung des Landschaftswasserhaushaltes zur Erhöhung der Klimaresilienz: Management und Werkzeuge (KliMaWerk)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1626A-G

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.803.810 Euro

#### Kontakt

Dr. Mario Michael Sommerhäuser  
Lippeverband  
Kronprinzenstraße 24  
45128 Essen  
Telefon: +49 (0) 201 104-2564  
E-Mail: sommerhaeuser.mario@eglv.de

#### Projektpartner

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel  
delta h Ingenieurgesellschaft mbH, Witten  
Ecologic Institut gemeinnützige GmbH, Berlin  
Hydrotec Ingenieurgesellschaft für  
Wasser und Umwelt mbH, Aachen  
Planungsbüro Koenzen, Hilden  
Universität Duisburg-Essen

#### Internet

[eglv.de/klimawerk-wasserlandschaft](http://eglv.de/klimawerk-wasserlandschaft)

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Andreas Fritsche/EGLV  
Rückseite: Kirsten Neumann/EGLV



# Smart-SWS – Smarte multifunktionelle Wasserspeicher: Eine Lösung für saisonale Hochwasserereignisse und zunehmende Dürreperioden

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Klimaprognosen zufolge ist in den kommenden Jahrzehnten mit einer Zunahme von Extremereignissen wie kurzfristigen Starkregenfällen und langanhaltenden Trockenperioden zu rechnen. Die Speicherung von Wasser in hoher Qualität und Quantität ist damit der Schlüssel für ein nachhaltiges Wassermanagement, um diese Extreme auszugleichen. Das Verbundprojekt Smart-SWS koppelt Hochwasserschutz und Dürrevorsorge, indem überschüssiges Wasser bei Hochwasserereignissen gezielt in angrenzende Grundwasserleiter versickert wird. Neben dem Schutz vor hochwasserbedingten Schäden entsteht so ein zusätzlicher unterirdischer Wasservorrat für zukünftige Dürreperioden. Dabei werden vorhandene, technisch aufrüstbare Speichermöglichkeiten im Untergrund genutzt.

### Kopplung von Hochwasserschutz und Dürrevorsorge

Die Auswirkungen von weiter zunehmenden Wetterextremereignissen wie Dürre und Hochwasser verstärken sich gegenseitig: Ein ausgetrockneter Boden kann viel weniger Niederschlagswasser aufnehmen. Dadurch fließt das Wasser schon bei geringfügig kräftigeren Regenfällen eher über die Oberfläche ab. Bei Starkregen intensiviert sich dies entsprechend: Das Niederschlagswasser strömt vermehrt in den nächstgelegenen Fluss. In der Folge kann es zu Hochwasser kommen, das die Infrastruktur und das öffentliche Leben beeinträchtigt. Andererseits leidet auch die Grundwasserneubildung darunter: Die Niederschläge fließen innerhalb weniger Tage oberflächlich ab, statt über mehrere Monate im Grundwasserleiter zurückgehalten zu werden. Damit ist ein großer Teil des Niederschlagswassers für die Region verloren. So meldeten im September 2022 knapp die Hälfte der Grundwassermessstellen in Bayern niedrige Grundwasserstände, einige davon neue Niedrigstwerte.

Der Ansatz des interdisziplinären Teams im Verbundprojekt Smart-SWS ist daher, Hochwasserschutz und Dürrevorsorge zu koppeln. Dazu wollen die Beteiligten Hochwasser aus Rückhaltebecken oder Flüssen in angrenzende Grundwasserleiter versickern und damit einen unterirdischen Wasservorrat für zukünftige Dürreperioden anlegen. Das System wird an eine existierende Hochwasserschutzmaßnahme gekoppelt und kann somit schnell umgesetzt werden. Die geplanten Maßnahmen umfassen auch eine Aufbereitung der versickerten Wässer, um sie in geeigneter Qualität für die spätere Nutzung aus dem Grundwasserleiter zur Verfügung zu stellen.

### Untergrundspeicher technisch aufrüsten

Speicher im geologischen Untergrund sind in der einfachsten Form als künstliche Grundwasseranreicherung bekannt. Sie sind darauf ausgelegt, die über die Grundwasserneubildung hinausgehende Entnahme durch Einspeisung von Oberflächenwasser zu kompensieren. Aktuell sind diese Infiltrationssysteme nicht hinreichend leistungsfähig, um Hochwasserwellen und Starkniederschläge zu speichern. Zudem muss das zu speichernde Wasser aus Vorsorgegründen in hydrogeochemischer Sicht mit dem Grundwasserleiter kompatibel sein und zumindest die Qualität des unter ungünstigen Verhältnissen natürlich einsickernden Wassers erreichen.

Smart-SWS will die Grundwasserleiter daher mit verschiedenen technischen Maßnahmen aufrüsten. Damit sollen eine wesentlich höhere Infiltrationsgeschwindigkeit und längere Speicherzyklen sowie eine Vorbehandlung der infiltrierten Wässer ermöglicht werden.



Das Bild zeigt eine geeignete Hochwasserrückhaltemaßnahme, an die ein Smart-SWS Speicher gekoppelt werden könnte.

Im ersten Schritt erstellen die Forschenden ein Konzeptmodell für den multifunktionellen Untergrundspeicher, mit dem sie Anforderungen für Schlüsselprozesse wie Infiltration, Wasservorbehandlung, Speicherverhalten und Wasserqualität experimentell festlegen. Das Konzept soll dann in kleinem Maßstab praktisch erprobt werden. Für die Überwachung und Steuerung des Untergrundspeichers entwickeln die Forschenden räumlich hochauflösende, kostengünstige Echtzeit-Monitoring- und Steuerungssysteme. Basis ist eine skalierbare cloud-basierte Plattform. Aufbauend auf den Ergebnissen des Pilotprojekts entwickeln die Forschenden auch detaillierte Pläne für einen größeren Speicherstandort, der bis zu 500.000 Kubikmeter Wasser fassen könnte.

Die Umsetzung des gekoppelten Hochwasser- und Dürremanagements berührt unterschiedliche Rechtsbereiche, zum Beispiel Wasser- und Baurecht, ist jedoch als Gesamtkonzept in der unterirdischen Raumordnung rechtlich noch nicht abgebildet. Die naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Ergebnisse und Erfahrungen aus Smart-SWS fließen in die Definition und Erweiterung des rechtlichen Rahmens für unterirdische Speicherlösungen ein.

### Nachhaltiges Wassermanagement für die Region

Das Verbundprojekt Smart-SWS stützt das Grundwasser während Dürrephasen mit neuartigen (geo-) technischen Maßnahmen, die das wasserwirtschaftliche Ungleichgewicht zwischen einem hohen Abfluss in sehr kurzer Zeit und langer Rückhaltung im Untergrund auflösen. Dies fördert eine lokale, nachhaltige Wasserversorgung, von der Versorgungsunternehmen und Landwirtschaft unmittelbar profitieren. Darüber hinaus wird die Infrastruktur von Ortschaften besser gegen potenzielle Hochwasserschäden abgesichert. Künftige bauliche Schutzmaßnahmen könnten dann mit kleineren, dezentralen Instrumenten umgesetzt werden.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Smarte multifunktionelle Wasserspeicher: Eine Lösung für saisonale Hochwasserereignisse und zunehmende Dürreperioden (Smart-SWS)

#### Laufzeit

01.03.2022 – 28.02.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1630A-D

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.569.338 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr. Thomas Baumann  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Hydrogeologie  
Arcisstraße 21  
80333 München  
Telefon: +49 (089) 289 25843  
E-Mail: tbaumann@tum.de

#### Projektpartner

Aquasoil GmbH, Berlin  
Spekter GmbH, Herzogenaurach  
Technische Hochschule Deggendorf, Deggendorf

#### Internet

smart-sws.de

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweis

T. Baumann



# SpreeWasser:N – Adaption an Wasser-Extremereignisse: Dürremanagement, integrierte Wasserbewirtschaftungskonzepte und verbesserte Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Die Region Brandenburg gehört zu den wasserärmsten Gebieten in Deutschland. Als Folge des Klimawandels wird das Wasser künftig noch knapper werden. Gleichzeitig wird eine Zunahme von Extremereignissen wie Dürreperioden und Hochwasser erwartet. Das Verbundprojekt SpreeWasser:N zielt auf die Entwicklung innovativer Werkzeuge, Strategien und Handlungsoptionen für ein integriertes Wasserressourcenmanagement, das sich an Wetterextreme anpasst. Dabei sollen die Interessen zahlreicher konkurrierender Wassernutzender berücksichtigt werden.

### Interdisziplinäre und integrierte Konzepte

Brandenburg ist zwar ein gewässerreiches Land mit ausgedehnten Gewässersystemen wie der Havel und der Spree. Doch klimatisch bedingt leidet die Region jetzt schon häufig unter Wasserknappheit in den Sommermonaten. Klimaprojektionen zeigen für Brandenburg eine Zunahme von Dürren. Für die Wintermonate wird dagegen ein Anstieg der Niederschläge vorhergesagt. Aktuelle Wasserbewirtschaftungskonzepte konzentrieren sich darauf, das Wasserdefizit über kurzfristige Maßnahmen abzufangen.

Die Beteiligten des Verbundprojektes SpreeWasser:N wollen mit verschiedenen Wassernutzenden wie Landwirtschaft, Wasserversorgern, Industrie, Schifffahrt und Naturschutz sowie Entscheidungstragenden ein interdisziplinäres Wassermanagementkonzept für das untere Spreegebiet in der Grenzregion zwischen Berlin und Brandenburg entwickeln. Es soll die nächsten 15 bis 20 Jahre abdecken und konkurrierende Nutzungsinteressen berücksichtigen. Dazu entwickeln die Forschenden Monitoring-, Vorhersage- und Kommunikationswerkzeuge zum Risikomanagement und Strategien, die die negativen Folgen von Wasser-Extremereignissen mindern. Ziel ist eine verbesserte Vorbereitung auf und Anpassung an Dürren und Starkregen, insbesondere durch ein besseres Dürremanagement, Optionen zur Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg und eine integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen.

### Monitoring, Vorhersage, Werkzeuge

Sichere Wetter- und Klimavorhersagen sind entscheidend, um Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln. Mithilfe von Computermodellen berechnen die Forschenden, wie wahrscheinlich eine Extremsituation im Spreegebiet ist und bestimmen die dazu passenden Wetterlagen. Wesentlicher Bestandteil ist dabei auch die Abwägung zwischen größtmöglichem Vorhersagezeitraum und hoher Vorhersagesicherheit.

Vor allem für in der Landwirtschaft Beschäftigte ist es wichtig, Dürreperioden frühzeitig zu erkennen. Um sie dabei zu unterstützen, Bewässerungswasser gezielt einzusetzen und an Trockenperioden angepasste pflanzenbauliche Maßnahmen frühzeitig zu planen, entwickelt SpreeWasser:N ein webbasiertes Dürremanagementwerkzeug. Es beruht auf tagesaktuellen Simulationen des Pflanzenwachstums und der Veränderung hydrologischer Parameter wie Verdunstung und Oberflächenabfluss.



Künstliche Grundwasseranreicherung mit Spreewasser am Wasserwerk Briesen (Frankfurt Oder)



Gekoppelt mit kurz- und mittelfristigen Wetterprognosen soll das Online-Tool erkennbar machen, mit welcher Wahrscheinlichkeit Dürren auftreten werden.

Um die künftige Wasserverfügbarkeit und -qualität an der Unteren Spree abzuschätzen, die neben dem Klimawandel auch von Faktoren wie dem Kohleausstieg im Lausitzer Revier beeinflusst werden, bilden die Forschenden das Gebiet mithilfe von drei Modellen ab. Anhand von Simulationen können sie damit das Wasserdargebot, die ökologische Gewässerqualität und die Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von der Klimaentwicklung, Art des Bewirtschaftungskonzeptes – etwa Überleitungen aus dem Oder-Spree-Kanal – und dem Wasserbedarf berechnen.

Die Analyse unterschiedlicher Klima- und Entwicklungsszenarien ermöglicht es, Anpassungsmaßnahmen zu bewerten und so langfristige Planungsstrategien zu ermöglichen. Eine Art Werkzeugkasten für Tools zur Wasserspeicherung soll beispielsweise die Versorger dabei unterstützen, geeignete Standorte zu bestimmen, um überschüssige Wassermengen bei Starkregen gezielt abzuleiten und in den Untergrund zu bringen. Policy Briefs kommunizieren die Ergebnisse der Szenarioanalysen. Sie enthalten Vorschläge und Leitlinien, zum Beispiel zur Priorisierung bestimmter Wassernutzungen während Trockenperioden.

Um die Gewässerbewirtschaftung den Erfordernissen des Klimawandels anzupassen, sind Bewirtschaftungsmaßnahmen nötig, die sowohl Dürren als auch die Folgen von Starkregen berücksichtigen. Diese werden durch das derzeitige Recht jedoch nicht beschrieben. SpreeWasser:N entwickelt daher neuartige naturwissenschaftlich-technische Ansätze, die mit den Anforderungen des Wasser- und Naturschutzrechts vereinbar sind und erarbeitet bei Bedarf geeignete Vorschläge für Rechtsänderungen.

### Für die Region und darüber hinaus

Die in SpreeWasser:N entwickelten Produkte Wasserspeicher-Toolbox und Dürrefrühwarnsystem sowie die Wasserbewirtschaftungskonzepte sollen für verschiedene Nutzende in der Region und auch deutschlandweit verfügbar sein. Sie unterstützen Wasserversorger, Behörden und industrielle Wassernutzende und sollen zusammen mit diesen Gruppen und anderen Stakeholdern weiterentwickelt werden.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Adaption an Wasser-Extremereignisse: Dürremanagement, integrierte Wasserbewirtschaftungskonzepte und verbesserte Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg (SpreeWasser:N)

#### Laufzeit

01.04.2022 – 31.07.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1633A-J

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.810.865 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr. Irina Engelhardt  
Technische Universität Berlin  
Angewandte Geowissenschaften  
Fachgebiet Hydrogeologie  
Ernst-Reuter-Platz 1  
10587 Berlin  
Telefon: +49 (0) 30 314-24088  
E-Mail: irina.engelhardt@tu-berlin.de

#### Projektpartner

adelphi research, Berlin  
Berliner Wasserbetriebe (BWB), Berlin  
Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, Hoppegarten  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
Freie Universität Berlin, Berlin  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V.,  
Müncheberg  
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam  
TRUEBNER GmbH, Neustadt an der Weinstraße  
Universität Trier, Trier

#### Internet

spreewasser-n.de

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweis

Irina Engelhardt

**bmbf.de**



# TrinkXtrem – Anpassungsstrategien der öffentlichen Trinkwasserversorgung an Extremereignisse

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Extremereignisse wie Starkregen oder Dürren stellen die öffentliche Trinkwasserversorgung vor wachsende Herausforderungen. So haben sich beispielsweise die Trockenperioden der vorangegangenen Jahre negativ auf Menge und Qualität der Rohwässer ausgewirkt, die Wasserwerken zur Trinkwassergewinnung zur Verfügung stehen. Das Verbundprojekt TrinkXtrem zielt darauf ab, die Trinkwasserversorgung in Deutschland an solche Extremereignisse anzupassen. Hierzu entwickeln die Projektbeteiligten Vorsorgekonzepte sowie methodische und digitale Werkzeuge für Wasserunternehmen. Diese decken die Bereiche Rohwasserressourcen und Anlagenbetrieb als auch Wasserbedarfsprognosen und neue Konzepte zum Preis- und Risikomanagement ab.

### Die Zeiten ändern sich

Bisher stand Wasserversorgern in Deutschland ein ausreichendes Wasserdargebot zur Verfügung, sodass ein kontinuierlicher Normalbetrieb von Anlagen die Regel war. Längere Trockenperioden einerseits und häufig auftretende starke Regenfälle auf der anderen Seite lösen jedoch die Grenzen zwischen dem Management im Normalbetrieb, dem Spitzenlastmanagement und dem Krisenmanagement zunehmend auf. Vor dem Hintergrund der Klimaprognosen bis ins Jahr 2100 besteht ein erheblicher wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Handlungsdruck, um die Trinkwasserversorgung zu sichern.

Durch den regionalen Charakter der deutschen Wasserbranche wirken sich klimabedingte Extremwetterereignisse auf die einzelnen Rohwasserressourcen wie Grund-, Quell- und Oberflächenwasser unterschiedlich aus. Auch die Versorgungsgebietsstrukturen sind nicht einheitlich; beispielsweise gibt es kommunale oder regionale Wasserversorger, Fern- oder Flächenwasserversorger. Daher müssen lokal angepasste Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Das Verbundprojekt TrinkXtrem untersucht die Auswirkungen von Extremereignissen auf Wasserdargebot, -qualität und -bedarf sowie damit zusammenhängend auf die Ressourcenverfügbarkeit und die Auslastung der Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Verteilkapazitäten insbesondere in Hochverbrauchsphasen. Die Forschenden entwickeln dafür Methoden, Vorsorgekonzepte sowie übertragbare Praxiswerkzeuge.

### Für die Zukunft rüsten

Um die Auswirkungen von Extremereignissen auf Menge und Beschaffenheit der Rohwässer von Wasserwerken zu analysieren, bringen vier Projektbeteiligte ihre Daten zur Wasserqualität ein. Mit computergestützten Methoden lassen sich darin Muster, Zusammenhänge und Trends identifizieren; die Fachleute sprechen von Data Mining. Zudem fließen die Daten in die Entwicklung von zwei softwarebasierten Managementtools ein. Die technischen Lösungen sollen Wasserversorger dabei unterstützen, ihre Ressourcen in Bezug auf Qualität und Quantität optimal zu bewirtschaften sowie anlagenbezogene Schwachstellen durch eine dynamische Steuerung auszugleichen.

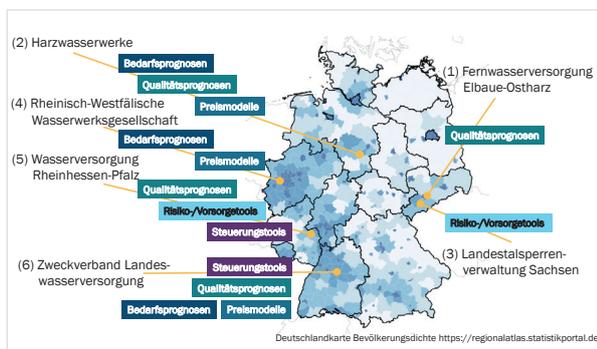
Eine genaue Erfassung und Prognose des Trinkwasserbedarfs ist notwendig, um zum Beispiel in Dürreperioden die Nachfrage besser steuern zu können. Drei am Projekt beteiligte Wasserversorger mit unterschiedlicher Versorgungs- und Kundenstruktur stellen dafür umfangreiche digital gewonnene Wasserverbrauchsdaten zur Verfügung.



Niedrigwasser einer Talsperre für die Wasserversorgung

Anhand der Wasserbedarfsprognosen entwickeln die Forschenden dynamische Preismodelle. Damit könnten Wasserversorger Anreize zur zeitlichen Verlagerung der Wassernachfrage in Extremsituationen schaffen.

Auch die Risiko- und Vorsorgeinstrumente der Wasserversorgung müssen an Extremereignisse angepasst werden. TrinkXtrem erweitert zu diesem Zweck das bestehende Risikomanagementsystem für das Einzugsgebiet einer Talsperre. Es bildet erstmals die Auswirkungen von Wasserextremereignissen auf die Versorgungssicherheit und Trinkwasserqualität ab und lässt sich auf verschiedene Arten von Rohwasserressourcen übertragen. Das Projektteam passt auch Leitfäden zur Vorsorgeplanung ressourcenübergreifend an und entwickelt Handlungsempfehlungen mit Maßnahmenkatalogen. Die Ergebnisse des Verbundprojekts werden beispielhaft an sechs Best Practice Standorten bei Wasserversorgern in allen Teilen Deutschlands umgesetzt. Da diese etwa zehn Prozent der Bevölkerung mit Trinkwasser versorgen, ist ein hoher Praxisbezug gewährleistet.



Die sechs Best Practice Standorte des Projekts TrinkXtrem

## Handlungsempfehlungen und Input für Regelwerke

Die im Projekt TrinkXtrem entwickelten Methoden, Instrumente und Konzepte ermöglichen es Wasserversorgern, wissenschaftlich fundiert und vorausschauend auf wasserwirtschaftliche Sondersituationen zu reagieren. Sie können ihre Ziele – Versorgungssicherheit, Trinkwasserqualität und nachhaltige Ressourcennutzung zu einem möglichst günstigen Preis – optimal aufeinander abstimmen. Die Projektergebnisse werden Wasserversorgern in Form einer Handlungsempfehlung zur Verfügung gestellt und sind auf die jeweils spezifischen Anforderungen anpassbar. Darüber hinaus soll TrinkXtrem auch Impulse für Regelwerke und die Zusammenarbeit mit Landesbehörden liefern.

### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

### Projekttitel

Anpassungsstrategien der öffentlichen Trinkwasserversorgung an Extremereignisse (TrinkXtrem)

### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

### Förderkennzeichen

02WEE1625A-J

### Fördervolumen des Kooperationsprojektes

2.695.463 Euro

### Kontakt

Dr.-Ing. Uwe Müller  
 TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
 Karlsruher Straße 84  
 76139 Karlsruhe  
 Telefon: +49 (0) 721 9678-257  
 E-Mail: uwe.mueller@tzw.de

### Projektpartner

Fraunhofer-Institut für integrierte Schaltungen IIS, Erlangen  
 Harzwasserwerke GmbH, Hildesheim  
 Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH,  
 Leinfelden-Echterdingen  
 IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung  
 gGmbH, Mülheim an der Ruhr  
 MOcons GmbH & Co. KG, Mülheim an der Ruhr  
 Technische Universität Clausthal, Clausthal  
 Universität Stuttgart, Stuttgart  
 Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH, Bodenheim  
 Zweckverband Landeswasserversorgung, Langenau

### Internet

trinkxtrem.de

### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
 Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
 53170 Bonn

### Stand

Februar 2023

### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

### Druck

BMBF

### Bildnachweise

Vorderseite: Harzwasserwerke GmbH  
 Rückseite: TZW

[bmbf.de](https://www.bmbf.de)



# Zwille – Digitaler Zwilling zum KI-unterstützten Management von Wasser-Extremereignissen im urbanen Raum

## Wasser-Extremereignisse (WaX)

Durch den Klimawandel nehmen extreme Wettersituationen wie Starkregen oder Dürren auch in Mitteleuropa zu. Sie führen zu immer größeren wirtschaftlichen und ökologischen Schäden. Dabei spielen Entwässerungssysteme in Städten eine entscheidende Rolle, da sie bei heftigen Niederschlägen an ihre Grenzen stoßen. Das Verbundprojekt **Zwille** erforscht, wie Städte sich künftig besser gegen die schlimmsten Folgen von Wasser-Extremereignissen rüsten können. Die Forschenden entwickeln dazu ein virtuelles Abbild der Entwässerungsinfrastruktur der Stadt Hannover – einen sogenannten digitalen Zwilling. Ziel ist es, die Auswirkungen von Wasser-Extremereignissen auf Kanalisation, Klärwerke und Oberflächengewässer genauer vorherzusehen und durch neue Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) bereichsübergreifend vorausschauend zu managen.

### Ein digitaler Zwilling

In Deutschland kommt es seit einigen Jahren deutlich häufiger zu Überschwemmungen und Sturzfluten als Folge von Starkregen. Städte sind einerseits besonders gefährdet, andererseits aber aufgrund ihrer dichten Bebauung auch ein Teil des Problems. Das Team des Verbundprojekts **Zwille** arbeitet daran, die durch extreme Niederschläge verursachten Gefahren und Engpässe für die städtische Entwässerungsinfrastruktur besser vorausszusehen. Durch rechtzeitige Maßnahmen wollen sie Schäden vermeiden oder zumindest stark verringern. Hilfe leistet dabei ein digitaler Zwilling, den die Projektbeteiligten für das Abwassersystem der Stadt Hannover entwickeln. Hierbei handelt es sich um ein virtuelles Abbild des Systems, das dessen aktuellen Zustand widerspiegelt.

### Nachvollziehbare Handlungsempfehlungen

Der digitale Zwilling wird auf Basis eines integrierten Simulationsmodells erstellt, das über den bisherigen Stand der Technik hinaus alle relevanten Teilbereiche der Entwässerungsinfrastruktur – das heißt Einzugsgebiete, Kanalnetz, Kläranlagenverbund und Einleitungsgewässer – zusammenführt. Weiterhin fließen Echtzeitmessdaten zu Wassermengen und -qualitäten ein. Indem zusätzlich möglichst präzise, regionale Niederschlagsprognosen einbezogen werden, ermöglicht dieser digitale Zwilling des städtischen Abwassersystems vorausschauende Analysen zu extremen Wetterereignissen.

Auf dieser Grundlage können die Forschenden wahrscheinliche Problembereiche innerhalb des Systems ableiten.

In einem nächsten Schritt verknüpft ein digitaler Assistent mithilfe von Verfahren der Künstlichen Intelligenz diese Erkenntnisse mit formalisiertem Expertenwissen des Fachpersonals der Entwässerungsbetriebe zu geeigneten Gegenmaßnahmen. Danach gibt er die Informationen als nachvollziehbare Handlungsempfehlungen an das technische Personal weiter. Auf diese Weise können die Mitarbeitenden bei der Vorbereitung auf und dem Umgang mit akuten extremen Wetterereignissen unterstützt werden.



Innovative Messtechnik liefert Echtzeitmessdaten zu Wassermengen und Wasserbeschaffenheiten.

Durch Simulationen im digitalen Zwilling lassen sich nicht nur solche kurzfristigen Eingriffsmöglichkeiten festlegen, sondern auch längerfristige Anpassungsmaßnahmen für die Entwässerungsinfrastruktur identifizieren und planen. Hierbei haben die Forschenden zukünftige Anforderungen im Blick, die anhand der bereits jetzt sichtbaren klimatischen Veränderungen zu erwarten sind.

### Von der Idee in die Praxis – über Hannover hinaus

Die Projektbeteiligten wollen den digitalen Zwilling und die KI-basierte Entscheidungsassistenz bei der Stadtentwässerung Hannover in einem Probetrieb evaluieren. Mittels Ist-Soll-Analysen können so das Simulationsmodell und das technische Gesamtsystem geprüft und optimiert werden.

Projektbegleitende Anwenderworkshops zum Austausch mit anderen großen Abwasserreinigungsbetrieben und interessierten Kommunen sowie Partnerinnen und Partnern aus Forschung und Wirtschaft sollen parallel sicherstellen, dass die Ergebnisse aus ZWILLE über Hannover hinaus übertragbar sind auf Einsatzbereiche mit ähnlichen Aufgaben und Herausforderungen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwicklung ein und berücksichtigen somit unterschiedliche Randbedingungen.



Die Leine ist eines der im digitalen Zwilling abgebildeten Einleitungsgewässer in Hannover.

#### Fördermaßnahme

Wasser-Extremereignisse (WaX)

#### Projekttitel

Digitaler Zwilling zum KI-unterstützten Management von Wasser-Extremereignissen im urbanen Raum (ZWILLE)

#### Laufzeit

01.02.2022 – 31.01.2025

#### Förderkennzeichen

02WEE1627A-F

#### Fördervolumen des Kooperationsprojektes

2.443.753 Euro

#### Kontakt

Dr. Alexander Krebs  
Atos Information Technology GmbH  
Zukunftsmeile 2  
33102 Paderborn  
Telefon: +49 (0) 211 399 35608  
E-Mail: alexander.krebs@atos.net

#### Projektpartner

Institut für Automation und Kommunikation e.V., Magdeburg  
IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar  
gemeinnützige GmbH, Weimar  
Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH, Hannover  
hydro & meteo GmbH, Lübeck  
Landeshauptstadt Hannover, Stadtentwässerung Hannover

#### Internet

zwille-projekt.de

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Februar 2023

#### Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Atos Information Technology GmbH