



BMBF-Fördermaßnahme  
**Wasser-Extremereignisse**

Statusseminar

20. – 21. September 2023  
in Potsdam

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**

Nachhaltiges Wassermanagement

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung



Wasser: N  
SCHUTZ. NUTZUNG. INNOVATION.

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e. V. (DKKV)

Dr. Benni Thiebes | Melanie Schwarz

Kaiser-Friedrich-Straße 13 | 53113 Bonn

&

Universität Potsdam

AG Geographie und Naturrisikoforschung

Prof. Dr. Annegret Thieken | Dr. Jennifer von Keyserlingk

Karl-Liebknecht-Str. 24-25 | 14476 Potsdam-Golm



E-Mail: [wax@dkkv.org](mailto:wax@dkkv.org)

Tel.: +49 (0)228 26 199 570

## Ansprechpartner für die BMBF-Fördermaßnahme

### „Wasser-Extremereignisse“ (WaX)

Beim Projektträger:

Laure Cuny | Dr. Thomas Deppe

Projektträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft, Geforschung (PTRKG),

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Wassertechnologie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 | 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

E-Mail: [laure.cuny@kit.edu](mailto:laure.cuny@kit.edu) | [thomas.deppe@kit.edu](mailto:thomas.deppe@kit.edu)

## Redaktion

Vernetzungs- und Transfervorhaben der BMBF-Fördermaßnahme „Wasser-Extremereignisse“ (WaX)

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen: 02WEE1622

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren der einzelnen Beiträge.

Die Broschüre ist nicht für den gewerblichen Vertrieb bestimmt.

Erschienen im September 2023 zum Statusseminar der BMBF-Fördermaßnahme „Wasser-Extremereignisse“ (WaX).

Graphisches Konzept und Layout: Universität Potsdam | ZIM Multimedia, Grafik

Druck: ergänzen

## Hinweis auf Nachhaltigkeit

Auf klimaneutralem Papier gedruckt.

# INHALTSVERZEICHNIS

## Die BMBF-Fördermaßnahme Wasser-Extremereignisse (WaX)

Hintergrund und Ziele ..... 4-5

Highlights aus dem Vernetzungsvorhaben ..... 6-7

**Querschnittsthemen** ..... 8-13

Kommunikation und Partizipation in Forschungsprojekten ..... 8-9

Wasserspeicherung in der Landschaft ..... 10-11

Praxistransfer ..... 12-13

**Übersicht der Verbundprojekte und Untersuchungsstandorte** ..... 14-15

## Vorstellung der Verbundprojekte

### Urbane extreme Wasserereignisse

AMAREX ..... 16-17

AVOSS ..... 18-19

FloReST ..... 20-21

Inno\_MAUS ..... 22-23

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

InSchuKa4.0 ..... 24-25

EXDIMUM ..... 26-27

Zwille ..... 28-29

### Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme

Smart-SWS ..... 30-31

TrinkXtrem ..... 32-33

SpreeWasser:N ..... 34-35

KliMaWerk ..... 36-37

DryRivers ..... 38-39

**Kontaktliste** ..... 40-46

## Hintergrund und Ziele

Dürresommer, Starkregen und Hochwasser – Wasserextreme beschäftigen uns mehr denn je. Im Juni 2023 führten fast deutschlandweit lokale Unwetter zu zahlreichen Starkregenereignissen und Überschwemmungen mit örtlich bis zum 100 l/m<sup>3</sup> in 24 Stunden.<sup>1</sup> Auch in Slowenien und Österreich kam es im August 2023 zu verheerenden Starkniederschlägen mit zahlreichen Überschwemmungen, Schlammlawinen und Erdbeben.<sup>2</sup> Gleichzeitig wurden diese Ereignisse diesen Sommer wieder von einer starken Hitzewelle begleitet, die weite Teile der globalen Nordhalbkugel – darunter Südeuropa, Nordamerika und China – enorm belastete.<sup>3</sup> Auch im vergangenen Sommer 2022 machten in Deutschland Rekordtemperaturen von über 40°C, extreme Niedrigwasserstände sowie Brände in Brandenburg und Sachsen Schlagzeilen. So sank der Rheinpegel am Standort Kaub bei Koblenz auf unter 40 cm und war dadurch für Schiffe kaum noch passierbar. Während die Ahr in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen 2021 verheerende Schäden anrichtete, fiel der Fluss im Sommer 2022 kurz vor der Mündung in den Rhein nahezu trocken. Die zunehmende Hitze und Trockenheit führen auch dazu, dass ein Kampf um das Wasser droht. Die Landwirtschaft rechnet zum Beispiel mit einer zunehmenden notwendigen Bewässerung. In Unterfranken, der trockensten Region Bayerns, ist dazu bereits ein Verteilungskonflikt entbrannt.<sup>4</sup>

Im Zuge des Klimawandels wird in Deutschlands eine Zunahme von solchen gegensätzlichen hydrologischen Extremen, wie Starkregen und Dürreperioden erwartet.<sup>5</sup> Dies geht nicht nur mit schwerwiegenden Auswirkungen auf die Umwelt, die Wirtschaft und die menschliche Gesundheit einher, sondern verursacht auch erhebliche Kosten. Eine Studie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat die unterschiedlichen Kostendimensionen vergangener Wetterextreme systematisiert: So entstanden im Zeitraum von 2000 bis 2021 bereits mindestens 145 Milliarden Euro Schäden durch die Folgen extremer Wetterereignisse. Bis zur Mitte des Jahrhunderts könnten die kumulierten volkswirtschaftlichen Schäden bei 280 bis 900 Milliarden Euro liegen.<sup>6</sup> Dies unterstreicht den Bedarf an praxisorientierter Forschung, die das Risikomanagement von Wasserextremen sowie deren Vorhersage und Frühwarnung insgesamt verbessert.

Doch wie lassen sich die Auswirkungen und Schäden hydrologischer Extreme reduzieren? Welche Gegenmaßnahmen können ergriffen werden? Und wie kann das Risikomanagement verbessert werden? Diesen Fragen gehen seit Februar 2022 zwölf Forschungsverbände in der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Maßnahme „Wasser-Extremereignisse“ (WaX) nach.

Ziel der Fördermaßnahme ist es, die nachteiligen Folgen der vermehrt auftretenden Dürreperioden, Starkregen- und Hochwasserereignisse durch verbesserte Managementstrategien und Anpassungsmaßnahmen abzumildern. Deutschlandweit forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Anwenderinnen und Anwender sowie kommunale Verbände aus insgesamt 81 Partnerorganisationen zu Wasserextremen und erarbeiten praxisnahe Ansätze und Strategien, die die Auswirkungen von Wasserextremen auf die Gesellschaft und den natürlichen Lebensraum begrenzen und gleichzeitig neue Perspektiven für die Wasserwirtschaft eröffnen.



Starkregen / © iStock | Dizzy

### Dabei liegen die Forschungsschwerpunkte auf folgenden Themenfeldern:

- Digitale Instrumente für Monitoring, Analyse, Vorhersage und Kommunikation
- Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme
- Urbane extreme Wasserereignisse

Die zwölf Forschungsverbände entwickeln innovative Monitoring-, Vorhersage- und Kommunikationskonzepte, angepasste Wasserinfrastrukturen sowie Betriebs- und Risikomanagementstrategien zum Umgang mit gegensätzlichen hydrologischen Extremen. Dabei befassen sie sich u.a. mit der Anpassung der städtischen Wasserinfrastrukturen, wie der Entwässerungsinfrastruktur oder der blau-grünen Infrastruktur, der Erhöhung der hydrologischen und ökologischen Resilienz von Fließgewässern, der Sicherung der Trinkwasserversorgung sowie der Entwicklung von Managementkonzepten für Niedrigwasser einerseits und für urbane Starkregen- und Überflutungsrisiken andererseits. Durch fachübergreifenden Austausch, Praxistransfer und zielgruppen-gerechte Kommunikation werden die wissenschaftlichen Erkennt-

nisse nutzbar gemacht und politische, wirtschaftliche sowie gesellschaftliche Entscheidungen unterstützt. Insgesamt leistet ein verbessertes Risikomanagement von Wasser-Extremereignissen einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der UN-Nachhaltigkeitsziele „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“ (SDG 6), „Nachhaltige Städte und Gemeinden“ (SDG 11) und „Maßnahmen zum Klimaschutz“ (SDG 13).

Die Fördermaßnahme WaX läuft unter dem Dach des Bundesprogramms „Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit“, das vom BMBF initiiert wurde. Wasser: N ist Teil der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“.

- 1 Deutscher Wetterdienst (DWD) 2023, [https://www.dwd.de/DE/wetter/thema\\_des\\_tages/2023/6/23.html](https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/6/23.html)
- 2 Tagesschau 2023, <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/slowenien-hochwasser-flut-102.html>
- 3 TAZ 2023, <https://taz.de/Globale-Hitzewelle/15947430/>
- 4 Bayerischer Rundfunk 2023, <https://www.br.de/nachrichten/bayern/br24live-10-45-uhr-wer-darf-in-franken-wie-viel-wasser-nutzen,TeQes1p>
- 5 BMUV: Nationale Wasserstrategie 2023, [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Binnengewasser/nationale\\_wasserstrategie\\_2023\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/nationale_wasserstrategie_2023_bf.pdf)
- 6 BMWK 2023, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/03/20230306-konsequenter-klimaschutz-und-vorsorgende-klimaanpassung-verhindern-milliardenschaden.html>

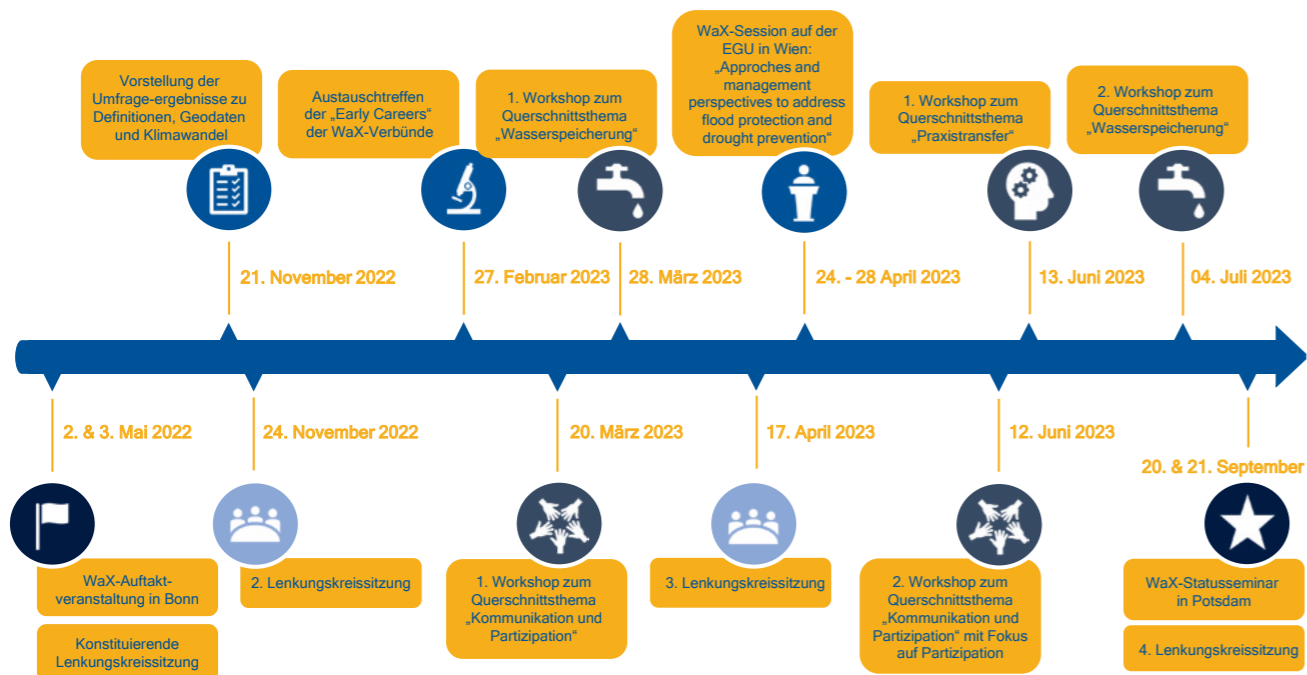


Niedrigwasser an der Elbe in Magdeburg 2018 / © Pixabay, Sabine Kroschel

### Highlights aus dem Vernetzungsvorhaben

Die Fördermaßnahme WaX wird durch das Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X-Net unterstützt, das die zentrale Anlaufstelle aller Akteure der Fördermaßnahme darstellt. In dieser Funktion fördert das Vorhaben die intensive Vernetzung und den aktiven Austausch der zwölf Forschungsvorhaben durch verschiedene Veranstaltungs- und Kommunikationsformate, wie die Organisation von verbundübergreifenden Tagungen und thematischen Workshops. Weiterhin übernimmt Aqua-X-Net eine öffentlichkeitswirksame und zielgruppengerechte Darstellung und Kommunikation der Forschungsergebnisse. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden zusätzlich von einem Lenkungskreis begleitet, dem neben den Koordinatorinnen und Koordinatoren der Verbundprojekte auch fünf externe Fachleute aus der wasserwirtschaftlichen Praxis angehören. Der Lenkungskreis, der sich halbjährlich trifft, fungiert als Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis und unterstützt durch die Zusammenarbeit mit Akteuren aus der Wasserwirtschaft den direkten Wissenstransfer und die Verwertung der Forschungsergebnisse. Durch diesen interaktiven Austausch und eine projektübergreifende Synthese der Forschungsergebnisse wird ein nachhaltiger und zielgruppengerechter Praxistransfer in die Wirtschaft, Praxis, Politik und breite Öffentlichkeit ermöglicht.

Zur Mitte der Fördermaßnahme fanden bereits zahlreiche verbundübergreifende Aktivitäten und Treffen statt, die im untenstehenden Zeitstrahl zusammenfassend dargestellt sind. Im Mai 2022 startete die Fördermaßnahme offiziell mit der Auftaktveranstaltung in Bonn, bei der sich bereits über 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Verbundprojekten trafen, um die zwölf Forschungsvorhaben zu präsentieren und zu diskutieren. Während der Auftaktveranstaltung wurden auch gemeinsam thematische und methodische Schnittstellen identifiziert, die von übergreifendem Interesse sind. In der anschließenden konstituierenden Sitzung des Lenkungskreises wurden die Ergebnisse weiter diskutiert und sogenannte Querschnittsthemen festgelegt. Das Ziel der Querschnittsthemen besteht in einer vertieften Vernetzung, die den Austausch von Ideen, Informationen, Daten und Methoden erleichtert und Synergien zwischen den Vorhaben schafft. Die Querschnittsthemen starteten im Frühjahr 2023 mit ersten Workshops und der Bildung von verbundübergreifenden Arbeitsgruppen. Die Arbeitsgruppen beschäftigen sich nun mit den folgenden Themen:



Übersicht der bisherigen Vernetzungsaktivitäten der Fördermaßnahme

### Querschnittsthemen:

- Kommunikation und Partizipation in Forschungsprojekten
- Wasserspeicherung in der Landschaft
- Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis

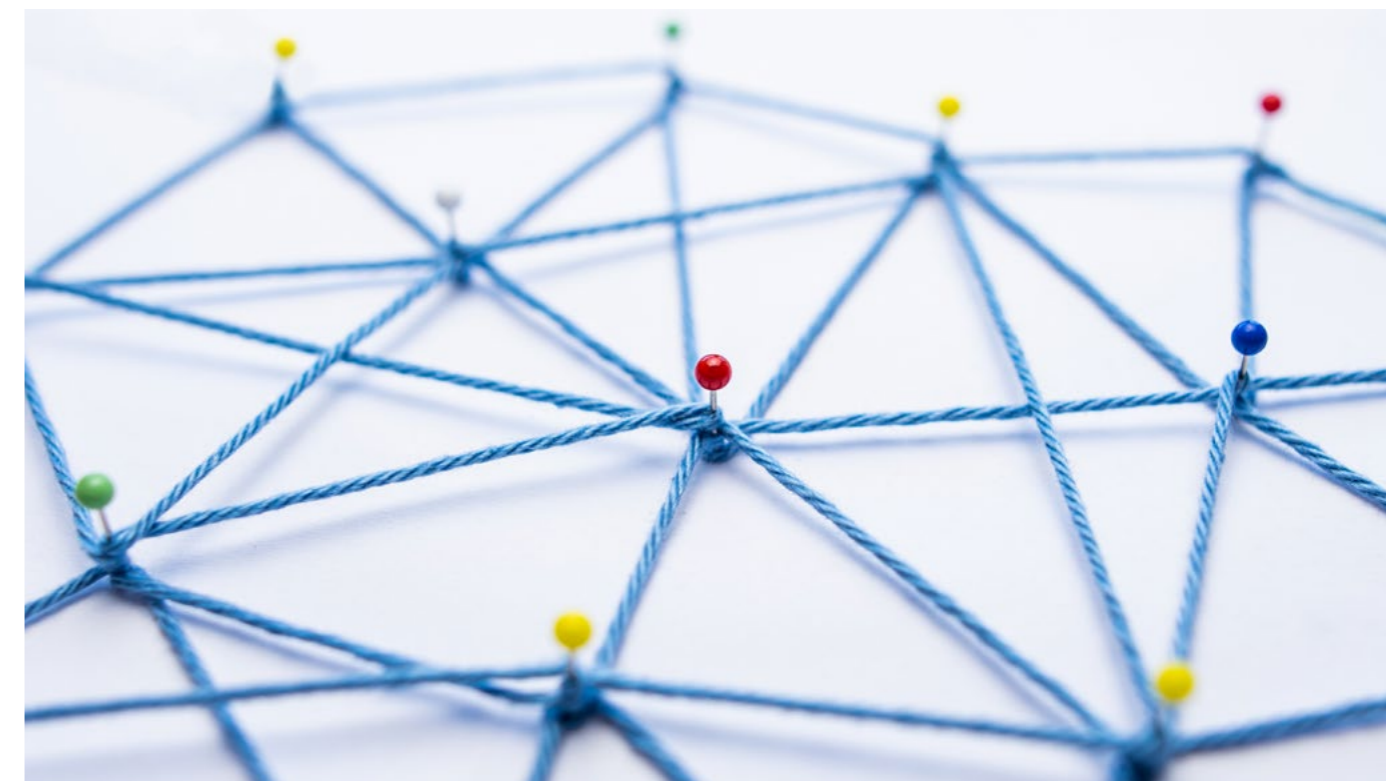
Zusätzlich wurde der Bedarf nach einem Austausch zur Anwendung von Methoden der Informatik in der Hydrologie geäußert, dem zukünftig ebenfalls nachgegangen werden soll. Um ein gegenseitiges Verständnis von Begriffen und Konzepten zu schaffen, führte das Vernetzungs- und Transfervorhaben im Sommer 2022 eine Online-Umfrage innerhalb der Verbünde durch. Darin wurde erfragt, wie die verschiedenen Wasserextreme von den Verbänden definiert werden, welche (Geo-)Daten genutzt und erhoben werden, und wie das Thema Klimawandel in den Forschungsarbeiten berücksichtigt wird.

**Kontakt**

**WaX Vernetzungs- und Transfervorhaben Aqua-X-Net**  
 Deutsche Komitee Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV)  
 Dr. Benni Thiebes | Melanie Schwarz

Universität Potsdam, AG Geographie und Naturrisikoforschung  
 Prof. Dr. Annegret Thieken | Dr. Jennifer von Keyserlingk

E-Mail: wax@dkkv.org  
 Tel.: +49 (0) 228 / 26 19 95 70  
 www.bmbf-wax.de



© AdobeStock\_505008347



## Querschnittsthema: Kommunikation und Partizipation in Forschungsprojekten

### Ziel des Querschnittsthemas

Eine gute Kommunikation von Projektzielen und -ergebnissen sowie die Einbindung aller Interessengruppen ist wesentlich für den Erfolg von Forschungsarbeiten, insbesondere für die Verwertung und Akzeptanz der Ergebnisse. Das Querschnittsthema Kommunikation und Partizipation diskutiert und sammelt deshalb die verschiedenen Ansätze und Herangehensweisen, die in den Forschungsverbänden in diesem Bereich verfolgt werden. Dabei stehen sowohl die auftretenden Herausforderungen als auch bewährte Erfahrungen der Verbände im Vordergrund. In der Arbeitsgruppe sollen durch einen Erfahrungsaustausch nützliche Erkenntnisse für die eigene Projektarbeit und spätere -umsetzung gewonnen werden.

### Bisherige Aktivitäten

In einem ersten Online-Workshop im März 2023 wurden zunächst die Bedarfe und geplanten Aktivitäten im Bereich Kommunikation und Partizipation der beteiligten Projekte erfasst. Durch eine intensive Diskussion wurden die Inhalte und Ziele des Querschnittsthemas konkretisiert. Fast alle Verbände sind bestrebt, das Bewusstsein für Wasserextreme wie Starkregen, Dürre oder Niedrigwasser zu stärken sowie das Wissen über und die Akzeptanz für verfügbare Managementoptionen zu erhöhen. Mit verschiedenen kommunikativen und partizipativen Bausteinen wie Interviews, Workshops, Umfragen oder Stakeholder- und Netzwerkanalysen sollen neben Anwenderinnen und Anwendern auch die Öffentlichkeit, die Verwaltung oder die Wasserwirtschaft informiert und falls erforderlich in die Arbeitsprozesse eingebunden werden. Dies soll zum einen dazu dienen, Anforderungen und Vorbehalte zu erfassen und Konfliktpotenziale zu identifizieren, und zum anderen zu einem stärkeren Bewusstsein für die jeweiligen Themen und somit zu einer besseren Akzeptanz führen. Der Austausch zeigte zum einen, wie wichtig eine gute Kommunikation und Einbindung der jeweiligen Zielgruppe in den Forschungsprojekten ist, und gleichzeitig die Herausforderungen, die damit einhergehen.

Im Juni 2023 fand ein zweites Treffen der Arbeitsgruppe statt, bei dem vertiefte Einblicke in die Aktivitäten im Bereich Partizipation gewonnen wurden. Der Workshop startete mit einem

einleitenden Fachvortrag zu den Grundlagen der Partizipation in der Wasserwirtschaft. Die Teilnehmenden erhielten so eine Grundlage, was unter dem Begriff Partizipation zu verstehen ist und welche Aspekte für einen erfolgreichen partizipativen Prozess zentral sind. Im Anschluss stellten die Projekte ihre eigenen Aktivitäten vor. Dabei lag der Fokus sowohl auf der Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, als auch auf der Beteiligung verschiedener Interessengruppen. In der anschließenden Diskussion tauschten sich die Verbände darüber aus, wie das Interesse der Bevölkerung am Mitwirken in Citizen-Science-Projekten geweckt werden kann und welche Formate dafür attraktiv sind. Neben der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern wurde diskutiert, welche Faktoren zu einer gelungenen Einbindung verschiedener Interessengruppen, zum Beispiel der Wasserwirtschaft oder von Behörden, beitragen und dadurch die Akzeptanz von Maßnahmen fördern können. Dazu zählen eine sorgfältige Akteurs- und Bedarfsanalyse sowie ein gutes Erwartungsmanagement bezüglich des Beteiligungsprozesses und der Einflussmöglichkeiten.



© AdobeStock\_344910706

### Ausblick

Das Querschnittsthema strebt an, die Ansätze zu Kommunikation und Partizipation in den Forschungsverbänden sowie die konkreten Erfahrungsberichte zu sammeln, zu diskutieren und zu dokumentieren. Bisherige Diskussionen zeigten zudem die Herausforderungen in der Sensibilisierung der Zielgruppen gegenüber Wasserextremen. Deshalb soll ein weiterer Schwerpunkt auf das Thema Risikokommunikation von Wasserextremen gelegt werden. Wie gelingt es, das Risikobewusstsein von potenziell Betroffenen langfristig wach zu halten und die Bevölkerung nachhaltig für unterschiedliche Wasserextreme zu sensibilisieren? Und welche Formate eignen sich dabei für welche Zielgruppen? Dabei sollen auch die Unterschiede in der Kommunikation verschiedener Wasserextreme wie Dürre und Starkregen herausgearbeitet werden.

Die gesammelten Erfahrungen und Best-Practice-Beispiele werden in einem gemeinsamen Produkt veröffentlicht. Dieses soll eine praxisnahe Orientierungshilfe darstellen. In Anlehnung an bereits existierende Leitfäden und Publikationen zu dem Thema, soll hier-

bei ein besonderer Blick auf Kommunikations- und Partizipationsformate in Forschungsprojekten gelegt werden, die einen Fokus auf Wasserextreme haben.

### Verantwortlich

Dr. Mario Sommerhäuser  
Lippeverband (KliMaWerk)

[www.bmbf-wax.de/  
kommunikation-und-partizipation/](http://www.bmbf-wax.de/kommunikation-und-partizipation/)



© AdobeStock\_163651125



## Querschnittsthema: Wasserspeicherung in der Landschaft

### Ziel des Querschnittsthemas

Die Speicherung von Wasser in der Landschaft kann eine Schlüsselrolle beim Ausgleich gegensätzlicher Extreme, wie Starkregen und Dürre, spielen. Das Querschnittsthema beschäftigt sich damit, wie Wasserspeicher effektiv genutzt und weiterentwickelt werden können, um das Wassermanagement insgesamt zu verbessern. Kernfragen dabei sind, wie verschiedene Rückhaltemaßnahmen zur Minderung von Hochwasserereignissen beitragen können und inwieweit ein Ausgleich zwischen Phasen des Wasserüberschusses und des Wassermangels bei gleichzeitigem Erhalt einer guten Wasserqualität möglich ist. Hierzu sollen die verschiedenen Verfahren der Wasserspeicherung, die innerhalb der WaX-Verbünde untersucht werden, systematisch zusammengestellt und ihre Wirksamkeit in Bezug auf die gegensätzlichen Wasserextremereignisse Hochwasser und Dürre quantitativ evaluiert, bzw. verglichen werden. Die Ergebnisse sollen in einem Dokument zu „Wasserrückhalt in der Landschaft“ der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

### Bisherige Aktivitäten

Ende März 2023 fand das erste Treffen der Arbeitsgruppe zum Querschnittsthema Wasserspeicherung an der TU Berlin statt. Dort stellten Vertreterinnen und Vertreter der Verbundvorhaben vor, was in ihren jeweiligen Projekten zum Thema Wasserspeicherung gemacht wird. Die vielfältigen Ansätze reichen von konventioneller Kanaltechnik (z.B. Mischwasserbecken und Regenüberlaufbecken in Inno\_M AUS) und KI-basierter Kanalnetzbewirtschaftung (InSchuKa4.0) bis hin zu Retentionszisternen (AMAREX),

Talsperren (TrinkXtrem, DryRivers), technischen Untergrundspeichern (Smart-SWS) oder gezielter Grundwasseranreicherung mittels Injektionsbrunnen (SpreeWasser:N). Im Anschluss an die Präsentationen wurde in einer gemeinsamen Arbeitsphase eine erste Gliederung für ein gemeinschaftliches Ergebnisdokument entworfen. Dabei sollen verschiedene Speicherräume klassifiziert werden, u.a. oberirdische Speicher (z.B. Talsperren), oberflächennahe Speicher (z.B. Drainagen und Senken), sowie die Wasserspeicherung im tiefen Grundwasserleiter (z.B. künstliche Grundwasseranreicherung). Ein gesonderter Fokus wird zudem auf unterschiedliche Wasserspeichermaßnahmen im urbanen Raum gelegt. Außerdem sollen die Speicheroptionen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für verschiedene Wasserüberschüsse beurteilt werden, z.B. Überschuss aus fluvialen Hochwassern, Abfluss aus dem Abwasserkanalnetz oder winterlicher Überschuss.

Um die verschiedenen Maßnahmen systematisch zu erfassen und zu evaluieren, haben die Verbundprojekte, aufbauend auf ihren Projekthinhalten, Steckbriefe zu Best-Practice-Beispielen zur Wasserspeicherung mit quantitativen Angaben (z.B. max. Zu- und Ablauf, max. Speichervolumen) erstellt. Diese Steckbriefe wurden auf einem zweiten Workshop, der im Juli 2023 online stattfand, vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Eine große Herausforderung bestand dabei darin, konkrete quantitative Angaben zu den einzelnen Wasserspeichermaßnahmen zu machen. Gleichzeitig wurde betont, dass diese Quantifizierung eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Ansätze und damit eine Bewertungsgrund-

lage ermöglicht. Neben quantitativen Daten zu den einzelnen Maßnahmen spielen Modelle, die die Dynamik der Speicherung zeigen, eine entscheidende Rolle. Daher wird ein vertiefter fachlicher Austausch zwischen den Projekten angestrebt, um Modellierungsansätze und vor allem deren Parametrisierung synergetisch zu nutzen und vergleichbar zu machen.

### Ausblick

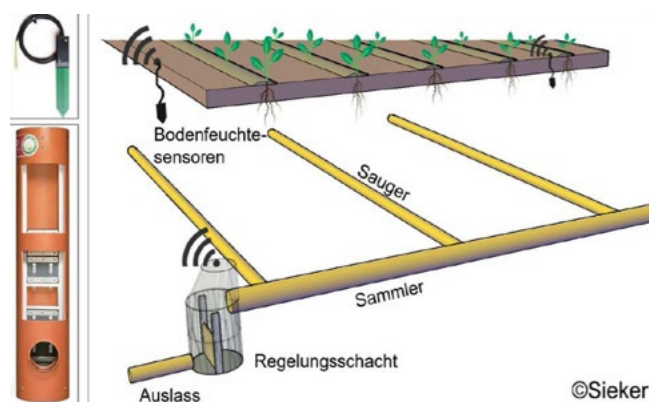
In der kommenden Arbeitsphase sollen die quantitativen Angaben zu den einzelnen Wasserspeichermaßnahmen in den Steckbriefen weiter ausgearbeitet werden, sodass auch Angaben pro Flächeneinheit gemacht werden können. Am Ende soll basierend auf den Steckbriefen eine Bewertungsmatrix bzw. eine ordinale Bewertungsmethode erstellt werden, in der auch Kostenaspekte berücksichtigt werden. So sollen die verschiedenen Wasserspeichermaßnahmen vergleichbar werden. Zudem sollen nach Möglichkeit rechtliche Fragen zur Umsetzung bestimmter ingenieurtechnischer Maßnahmen adressiert werden.

### Verantwortlich

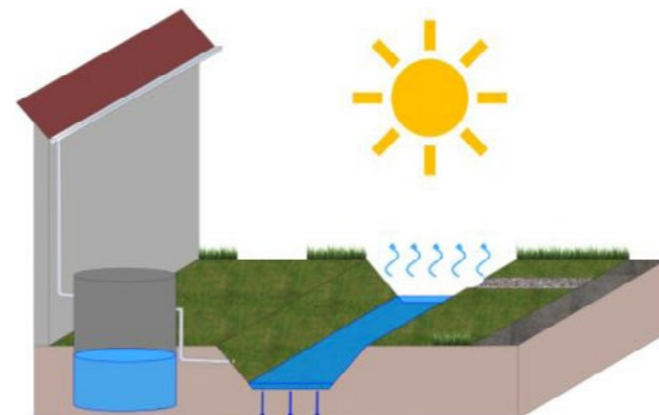
**Prof. Dr. Irina Engelhardt**  
Technische Universität Berlin (SpreeWasser:N)

**Prof. Dr. Axel Bronstert**  
Universität Potsdam (Inno\_M AUS)

[www.bmbf-wax.de/wasserspeicherung/](http://www.bmbf-wax.de/wasserspeicherung/)



© Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2023



© Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, RPTU Kaiserslautern-Landau



© Thomas Baumann, Eurishofen, 05.10.2022 (li.); Pixabay, Rurtalsperre (re.)





## Querschnittsthema: Praxistransfer

### Ziel des Querschnittsthemas

Dass wissenschaftliche Erkenntnisse auch in der Praxis Anwendung finden sollen, ist in Forschungsprojekten nahezu Standard geworden. Wie dieser Praxistransfer jedoch konkret aussieht, unterscheidet sich von Projekt zu Projekt erheblich. Nicht selten werden die Hürden für den Transfer der Forschungsergebnisse unterschätzt und eine Umsetzung in die Praxis findet nicht im erforderlichen Ausmaß statt. Damit Forschungsergebnisse nicht in der Schublade landen und wissenschaftliche Erkenntnisse vom Schreibtisch in die Realität überführt werden, muss die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Wissenschaft und Praxis von Beginn an intensiviert werden.

Das Querschnittsthema verfolgt daher den Ansatz, Praxistransfer nicht länger als Ziel der wissenschaftlichen Arbeiten zu begreifen, das erst am Ende eines Projektes angegangen wird. Vielmehr ist Praxistransfer ein projektbegleitender Prozess und beginnt bereits mit der Entwicklung einer Forschungsidee. Erreicht werden soll damit eine bessere Passfähigkeit mit den tatsächlichen Bedarfen und dem Vorwissen der Anwenderseite, eine höhere Akzeptanz von Maßnahmen und damit der erfolgreiche Transfer der Forschungsergebnisse in die Umsetzung.

### Bisherige Aktivitäten

In einem ersten Treffen im Juni beschäftigten sich die Teilnehmenden mit verschiedenen Ansätzen und Konzepten zu Praxistransfer. Zur Vorbereitung des Workshops beantworteten die Teilnehmenden in einer Online-Umfrage mehrere Fragen zu den geplanten Aktivitäten in den jeweiligen Verbundprojekten. So sind beispielsweise Praxispartner als künftige Endnutzer unmittelbar in das Projekt involviert und von Beginn an in den Wissensaustausch und die Entwicklung einbezogen. In anderen Vorhaben werden gezielte Veranstaltungen und Schulungen für Praxispartner angeboten. Die Ergebnisse sollen zum Teil direkt in den Arbeitsalltag der Partner integriert oder an spezifische Prozesse angebunden werden. Gleichzeitig zeigte das Treffen aber auch vor welchen Herausforderungen die Wissenschaft steht, um ein Produkt tatsächlich in der Praxis zum Einsatz zu bringen.



© Pixabay | athree23

Im Workshop stellte Prof. Müller-Czygan verschiedene Ansätze zum Praxistransfer vor, die aus Forschungsergebnissen der Hochschule Hof heraus entwickelt wurden. Der Input zeigte einige zentrale Hürden des Praxistransfers auf – dazu zählen u.a. Komplexität, Kosten, Personalmangel, fehlende standardisierte Schnittstellen und fehlende Passung zwischen den entwickelten Lösungen und der Erwartungshaltung bzw. der Alltagsintegration. Die Ergebnisse zeigen auch, dass viele Umsetzungshindernisse dadurch entstehen, dass in Innovationsvorhaben der Praxistransfer zu spät und zu stark aus der Forschungsperspektive betrachtet wird. Vor diesem Hintergrund zeigte sich die Notwendigkeit die Bedürfnisse und Erwartungen der späteren Nutzerinnen und Nutzer idealerweise bereits zu Projektbeginn, spätestens aber mit der Festlegung der Lösungsspezifikationen, zu klären und dabei auch deren Arbeitsalltag zu berücksichtigen. Zusätzlich wurden zwei Methoden zur Unterstützung des Praxistransfers diskutiert: die „Mehrebenenanalyse“ und die „SOWIESO-Strategie“<sup>1</sup>. Die beiden vorgestellten Methoden dienen dazu, den Praxistransfer zum einen auf verschiedenen Ebenen zu erfassen und transpa-

rent zu machen. Auf der anderen Seite soll dadurch die Komplexität reduziert werden.

### Ausblick

In weiteren Verlauf soll nun der Praxistransfer der Verbundprojekte im Mittelpunkt stehen: Welche konkreten Ansätze werden verfolgt und welchen Stellenwert hat der Praxistransfer in den Projekten? Wo liegen die bisherigen Herausforderungen? Hierzu soll der Status Quo des Praxistransfers in den Verbundprojekten sowie die Bedürfnisse der Projektbeteiligten, Herausforderungen, Chancen und Lösungsansätze gesammelt und diskutiert werden. Anhand eines gemeinsam erarbeiteten Leitfadens sollen Interviews mit Partnern aus Wissenschaft und Praxis durchgeführt werden. Die verschiedenen Herangehensweisen und bisherigen Erfahrungen der Projekte werden so gesammelt, um nützliche Erkenntnisse zu gewinnen, voneinander zu lernen und einen erfolgreichen Praxistransfer zu ermöglichen. Die Ergebnisse des Querschnittsthemas sollen abschließend als Best-Practice-Sammlung veröffentlicht werden.

### Verantwortlich

Prof. Günter Müller-Czygan  
Hochschule Hof (InSchuKa4.0)



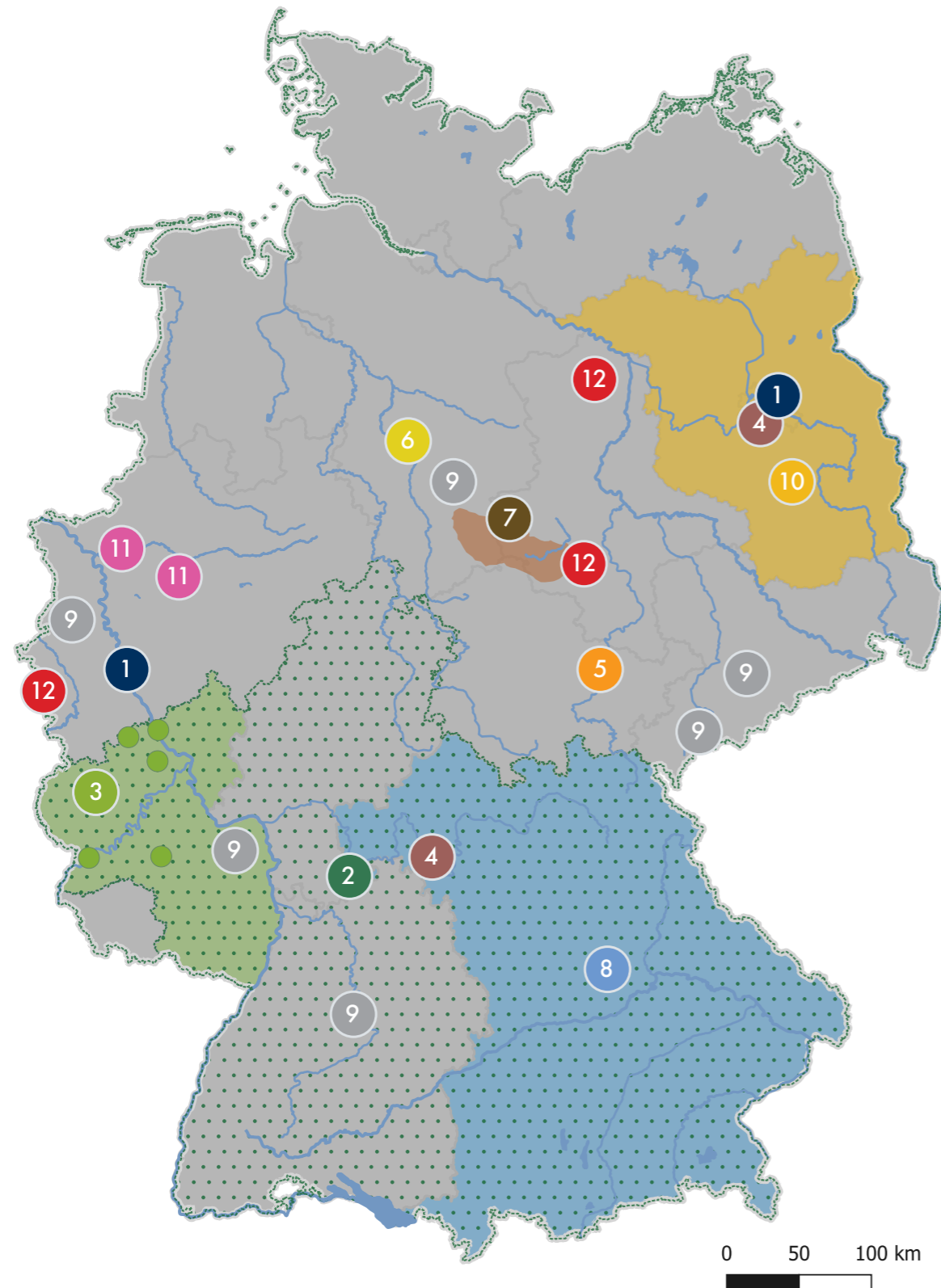
[www.bmbf-wax.de/praxistransfer/](http://www.bmbf-wax.de/praxistransfer/)

<sup>1</sup> Müller-Czygan, G.: HELIP® and “Anyway Strategy” – Two Human-Centered Methods for Successful Digitalization in the Water Industry, *Annals of social science & management studies*, Juniper Journals, 05. 12. 2021, DOI: 10.19080/ASM.2021.06.555700

Müller-Czygan, G.; Tarasyuk, V., Wagner, C. und Wimmer, M.: WaterExe4.0 – Nachhaltigkeit und Sowieso-Strategie als Schlüsselfaktoren für erfolgreiche Digitalisierungsprojekte. *KA Korrespondenz Abwasser, Abfall* – 2022 (69) Nr. 4, 295-302. DOI: 10.3242/kae2022.04.005



© AdobeStock\_395449768



© Datengrundlage: OSM, WISE, GADM

**Urbane extreme Wasserereignisse**

- 1 AMAREX**  
Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse  
**Untersuchungsstandorte:** Köln, Berlin
- 2 AVOSS**  
Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen: Potentiale, Unsicherheiten und Grenzen  
**Untersuchungsstandorte:** Multiskalen: Deutschland; Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen & Bayern; ausgewählte Pilotgemeinden in den betrachteten Bundesländern
- 3 FloReST**  
Urban Flood Resilience-Smart Tools  
**Untersuchungsstandorte:** Altenahr, Herrstein/Rhaunen, Linz am Rhein, Mendig, Tier
- 4 Inno\_M AUS**  
Innovative Instrumente zum Management des urbanen Starkregenrisikos  
**Untersuchungsstandorte:** Berlin, Würzburg

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

- 5 InSchuKa4.0**  
Kombinierter Infrastruktur- und Umwelt-Schutz durch KI-basierte Kanalnetzbewirtschaftung  
**Untersuchungsstandort:** Jena
- 6 ZwillE**  
Digitaler Zwilling zum KI-unterstützten Management von Wasser-Extremereignissen im urbanen Raum  
**Untersuchungsstandort:** Hannover

- 7 EXDIMUM**  
Extremwettermanagement mit digitalen Multiskalen-Methoden  
**Untersuchungsstandort:** Harz

**Risikomanagement gegensätzlicher hydrologischer Extreme**

- 8 Smart-SWS**  
Smarte multifunktionelle Wasserspeicher – Eine Lösung für saisonale Hochwasserereignisse und zunehmende Dürreperioden  
**Untersuchungsstandort:** Bayern
- 9 TrinkXtrem**  
Anpassungsstrategien der öffentlichen Trinkwasserversorgung an Extremereignisse  
**Untersuchungsstandorte:** Fernwasserversorgung Elbau-Ostharz, Harzwasserwerke, Talsperrenverwaltung Sachsen, Rheinische-Westfälische Wasserwerksgesellschaft, Wasserversorgung Rheinhesen-Pfalz, Zweckverband Landeswasserversorgung
- 10 SpreeWasser:N**  
Adaption an Wasser-Extremereignisse: Dürremanagement, integrierte Wasserbewirtschaftungskonzepte und verbesserte Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg  
**Untersuchungsstandort:** Untere Spree
- 11 KliMaWerk**  
Nachhaltige Bewirtschaftung des Landschaftswasserhaushaltes zur Erhöhung der Klimaresilienz: Management und Werkzeuge  
**Untersuchungsstandort:** Lippe
- 12 DryRivers**  
Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsfähiges Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM)  
**Untersuchungsstandorte:** Selke, Rur, Elbe



## AMAREX Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse

**AMAREX untersucht und bewertet Anlagen des urbanen Regenwassermanagements hinsichtlich ihrer Anpassungsmöglichkeiten und Potenziale an die Wasserextreme Starkregen und Dürre. Zusätzlich wird überprüft, ob sich die urbane Wasserbilanz als Bewertungsindikator für die Anpassung an Wasserextreme eignet.**

**Laufzeit:** 01.02.2021 bis 31.01.2025

**Koordination:** Prof. Dr. Ulrich Dittmer  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität  
Kaiserslautern-Landau  
ulrich.dittmer@rptu.de

**Webseite:** [www.amarex-projekt.de](http://www.amarex-projekt.de)



**Verbundpartner:**

- Universität Stuttgart – Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Abteilung Multiskalige Umweltverfahrenstechnik
- Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
- Berliner Wasserbetriebe, AöR
- Ecologic Institut gGmbH
- Technologiestiftung Berlin
- HELIX Pflanzensysteme GmbH, Kornwestheim
- Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

### Projektziele

In AMAREX werden Methoden entwickelt, die eine Anpassung von Regenwasserbewirtschaftungskonzepten an die Extremereignisse Starkregen, Hitze und Dürre auf kommunaler Ebene ermöglichen. Es wird untersucht, wie Regenbewirtschaftungsmaßnahmen (RWB) um zusätzliche Speicherräume zur Überflutungsvorsorge (RWB+) bzw. zur Nutzung oder Bewässerung als Trockenheitsvorsorge (RWB+N) funktional erweitert werden können. Ferner wird geprüft, inwieweit die urbane Wasserbilanz geeignet ist, den Anpassungsstatus einer Kommune an die beiden Wasserextreme abzubilden. AMAREX entwickelt darüber hinaus Methoden, um die Umsetzungspotenziale dieser Maßnahmen hinsichtlich Konkurrenzen und Synergien zu bewerten und die erreichbaren Effekte im Bestand und bei Neuplanungen zu quantifizieren.

Die gesamten Ergebnisse werden in ein webbasiertes Planungstool für die kommunale Praxis überführt. Es soll als zentrales Element im integrierten Planungsprozess sowohl die sektorübergreifende Interaktion zwischen Stadt-, Freiraum- und Infrastrukturplanung fördern als auch der Öffentlichkeitsarbeit dienen. Die Ansätze und Tools werden in enger Zusammenarbeit mit den Partnerstädten Köln und Berlin entwickelt.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Auf Basis einer ersten Workshoprunde mit den Städten Berlin und Köln wurden die Inhalte des AMAREX Webtools erarbeitet und die damit verbundenen Nutzungsanforderungen definiert. Zusätzlich wurden in Berlin auf Bezirksebene Inhalte der Bewirtschaftungspotenzialkarten für RWB+/RWB-N Anlagen vorgestellt.

In den Arbeitspaketen zur Starkregen- und Trockenheitsvorsorge wurde ein gemeinsamer Maßnahmenkatalog für RWB+ und RWB-N Anlagen ausgearbeitet, der insgesamt sieben Anlagenkategorien umfasst. Für die geplante Potenzial- und Effektbewertung von RWB+ Anlagen auf die Überflutungsminde rung wurde ein geeignetes Pilotgebiet in Berlin definiert und hierfür ein erstes 1D/2D-Modell zur Abbildung der RWB+ Anlagen erstellt. Die Untersuchungen zur Trockenheitsvorsorge wurde in Köln anhand von vier Pilotgebieten mit unterschiedlichen Planungsrandbedingungen durchgeführt. Für jedes Pilotgebiet werden der Bewässerungsbedarf des urbanen Grüns und die zur Bereitstellung jeweils erforderlichen Speichervolumina modelliert. Das hierfür entwickelte ESAB-Modell (Erfassung-Speicherung-Aufbereitung-Bereitstellung) ermöglicht erste Aussagen für Nutzungsstrategien. Parallel dazu wurde an der Universität Stuttgart mit Feldversuchen zur Erhaltungs- bzw. Optimalbewässerung von Fassaden grün mit gespeichertem Regenwasser unterschiedlicher Qualität begonnen.



Efeu-Fassadenmodule für Bewässerungsversuche mit unterschiedlichen Niederschlagsabflüssen – Versuchsstand mit Gründach und Betriebswasserspeicher / © E. Rott, ISWA Universität Stuttgart

Für das RWB-Planungstool wurde das Wasserhaushaltsmodell ABIMO für Berlin erfolgreich für die Untersuchungen in AMAREX weiterentwickelt. Damit können für Stadtquartiere bzw. Blockteilflächen als Aggregationsebene Wasserbilanzbetrachtungen durchgeführt werden. Die Implementierung der RWB+/RWB-N Anlagen steht noch aus. Übergreifend über alle Arbeitspakete werden Ansätze entwickelt, um Maßnahmenpotenziale für RWB, RWB+ und RWB-N Anlagen automatisiert im Webtool abbilden zu können. Die Plattform des Webtools wird aktuell so aufgesetzt, dass dieses zukünftig auch außerhalb der Pilotgebiete einsetzbar ist. Dafür werden die Modelle so angepasst oder neuimplementiert, dass sie quelloffen und ohne gesonderte Datenquellen laufen können.

Für eine sozio-ökonomische Bewertung wurden erste Wirkungszusammenhänge und Nutzenkomponenten von blau-grünen Infrastrukturen bzw. RWB+/RWB-N Anlagen identifiziert und daraus ein Wirkungsgefüge als Systemanalyse (Fuzzy Cognitive Mapping) entwickelt. Es werden sowohl direkte als auch indirekte Wirkungen von RWB+/RWB-N Anlagen auf Nutzenkomponenten abgebildet. Für die noch ausstehende Multi-Kriterien-Analyse wurde ein entsprechendes Screening durchgeführt und die für das Projekt passenden Kriterien und Ansätze zur Operationalisierung für die Bewertung zusammengestellt. Die Ergebnisse der

sozio-ökonomischen Bewertung werden in ein Bewertungstool überführt und in das AMAREX-Webtool implementiert.

### Ausblick

Im November 2023 soll in einer zweiten Workshoprunde ein erster Prototyp des Webtools in Berlin und Köln vorgestellt und diskutiert werden. Zum Themenfeld Starkregenvorsorge werden für das Pilotgebiet Potenzialabschätzungen für RWB+ durchgeführt und anschließend über gekoppelte Überflutungsmodellierungen die Effekte implementierter RWB+ Anlagen bewertet. Für die Trockenheitsvorsorge erfolgen ähnliche modellbasierte Untersuchungen zur Bewässerungsnutzung urbanen Grüns über RWB-N Anlagen. Es werden zudem die Feldversuche zur Bewässerung intensiviert und systematisch ausgewertet. Anschließend werden die RWB+ und RWB-N Anlagen in das Wasserhaushaltsmodell ABIMO implementiert. Auf dieser Basis werden Untersuchungen zur Wasserbilanz als Bewertungsindikator für Wasserextreme durchgeführt. Für die Multi-Kriterien-Analyse werden dann die weiteren Kriterien definiert und das Tool für die sozio-ökonomische Bewertung erarbeitet.



## Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen: Potentiale, Unsicherheiten und Grenzen

**Ziel von AVOSS ist die stringente Verknüpfung von Starkregenereignissen, davon ausgehenden Sturzflutgefahren und potentiell resultierenden Schäden auf verschiedenen räumlichen Skalen. Insbesondere die Entwicklung einer Sturzflut-Frühwarnung und deren örtliche Umsetzung stehen im Fokus des Projekts.**

<b>Laufzeit:</b>	01.04.2022 bis 31.03.2025	<b>Verbundpartner:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Leibniz Universität Hannover</li> <li>■ Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum</li> <li>■ Forschungszentrum Jülich GmbH</li> <li>■ AtmoScience GmbH</li> <li>■ Hydron Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH</li> <li>■ BIT Ingenieure AG</li> </ul>
<b>Koordination:</b>	Prof. Dr. Markus Weiler Universität Freiburg markus.weiler@hydrology.uni-freiburg.de		
<b>Webseite:</b>	www.avoss.uni-freiburg.de		

### Projektziele

In den vergangenen Jahren gab es in Deutschland immer wieder Sturzfluten mit zum Teil verheerenden Auswirkungen. Ausgelöst wurden sie durch lokalen 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.

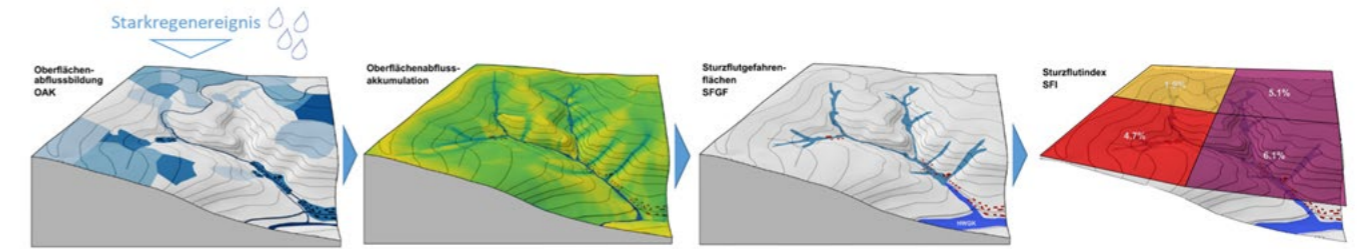
Ziel von AVOSS ist es, die Lücke zu Sturzfluten im Warnsystem zu schließen. Es soll prototypisch Warnungen auf unterschiedlichen räumlichen Skalen von ganz Deutschland über einzelne Bundesländer bis auf Gemeindeebene ermöglichen. Die Beteiligten entwickeln mehrere aufeinander aufbauende Vorhersageprodukte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

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

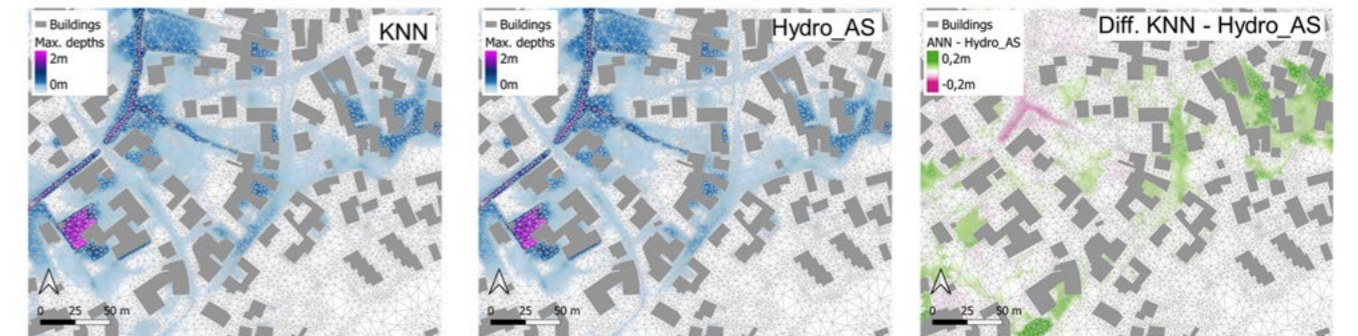
Die Arbeiten in AVOSS sind in vier, eng miteinander verzahnte Arbeitspakete gegliedert und mit vier zentralen Produkten, die in AVOSS prototypisch für verschiedene Raum- und Zeitskalen entwickelt werden, verknüpft. Diese vier zentralen Produktentwicklungen sind wie folgt:

- (i) Entwicklung einer anwenderorientierten Vorhersage von Starkregenereignissen basierend auf Radar-basierten Niederschlagsvorhersagen;
- (ii) Entwicklung eines hydrologischen Sturzflutindex (SFI) für kleinere Einzugsgebiete und Ableitung einer Sturzflutwarnung durch Kombination von Radarvorhersage und SFI;
- (iii) Entwicklung und Test eines Verfahrens, um in Quasi-Echtzeit kontinuierliche und räumlich hochaufgelöste Vorhersagen zum oberirdischen Abflussgeschehen in bebauten Gebieten zu erhalten;
- (iv) Entwicklung und Praxistest von Risikokarten zur Schadensvorhersage bei Starkregen- und Sturzflutereignissen.

In allen vier Bereichen sind die Arbeiten weitestgehend wie geplant fortgeschritten. So wurden als grundlegende Arbeiten in (i) langjährige, räumlich und zeitlich homogene Niederschlagszeitreihen auf Basis von Niederschlagsradar erstellt und darauf aufbauend entsprechende Bemessungsniederschläge zur Klassifizierung von Starkregenereignissen anhand eines Starkregenindex (SRI) abgeleitet. Parallel dazu wurde als Grundlage für (iv) die



Übersicht über die Methodik zur Entwicklung eines Sturzflutindex (SFI), der neben den Niederschlagsvorhersagen auch den Oberflächenabfluss berücksichtigt.



Vergleich der Ergebnisse der KNN-Vorhersage und der hydraulischen Modellierung mit Hydro\_AS, exemplarisch für ein Starkregenereignis / © AVOSS Konsortium

Erstellung der Schadensdatenbasis für Sturzfluten abgeschlossen, sodass diese nun hinsichtlich der schadensbeeinflussenden Variablen ausgewertet und in einem Schadensmodell zur Schadensvorhersage bei Sturzfluten weiterverwendet werden kann.

Zur tatsächlichen Vorhersage von Sturzfluten wurde im Sinne des Co-Designs im Rahmen von (ii) ein Konzept für einen anwenderorientierten Sturzflutindex (SFI) in enger Zusammenarbeit mit den assoziierten Praxispartnern entwickelt und abgestimmt. Eine Übersicht über die SFI-Methodik ist im oberen Teil der Abbildung dargestellt. Mit Hilfe dieser Methodik kann flächenhaft neben der entsprechenden Niederschlagsvorhersage auch die aktuelle hydrologische Situation mitberücksichtigt werden. Somit kann das tatsächlich oberflächlich abfließende Wasser rasterbasiert in eine klassifizierte Sturzflutvorhersage zur Frühwarnung der lokalen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger übertragen werden.

Um über den SFI hinaus auch lokal bezogene Vorhersagen zum oberirdischen Abflussgeschehen in bebauten Gebieten zu erhalten werden in (iii) für ausgewählte Pilotgemeinden künstliche neuronale Netze (KNN) an Daten von hydrologischen und hydraulischen Modellen antrainiert, um somit in Quasi-Echtzeit entsprechende Überflutungsvorhersagen zu generieren. Auf Basis einer Vielzahl (~700) von Modellsimulationen wurde für ein erstes Pilotgebiet ein entsprechendes neuronales Netz aufgebaut und

für verschiedene Ereignisse validiert. Die Ergebnisse daraus sind sehr vielversprechend und zeigen nur geringe Abweichungen zu den Ergebnissen der hydraulischen Modellierung. Im unteren Teil der Abbildung sind dazu exemplarisch für ein Starkregenereignis die Ergebnisse der KNN Vorhersage sowie die hydraulisch modellierte Überflutungstiefe vergleichend dargestellt.

### Ausblick

In der ersten Projekthälfte konnten viele der grundlegenden Methodenentwicklungen, die die Basis der prototypischen Produktentwicklungen in AVOSS sind, vorangetrieben und weitgehend auch abgeschlossen werden. Dementsprechend liegt der Schwerpunkt in der zweiten Projekthälfte auf der Verifizierung und ggf. der Nachjustierung der entwickelten Methoden auf Basis von Testanwendungen für weitere Pilotgebiete und Schadensereignisse.

Weiterhin wird das Thema der Quantifizierung der Unsicherheiten entlang der verschiedenen AVOSS-Modellketten stärker in den Vordergrund rücken. Durch eine konsistente Anwendung verschiedener Ansätze (z. B. probabilistische Vorhersagen, Modellvergleiche, Datenassimilierung, etc.) soll die den prototypischen Produkten einhergehende Unsicherheit quantifiziert und somit die Grenzen bzw. die Potentiale der einzelnen Entwicklungen aufgezeigt werden.

**In FloReST werden Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz urbaner Infrastrukturen gegen Starkregenereignisse ausgelotet. Dazu werden verschiedene innovative, technologiebasierte Lösungen zur belastungsunabhängigen und -abhängigen Ausweisung von Notabflusswegen entwickelt.**

<p><b>Laufzeit:</b> 01.02.2022 bis 31.01.2025</p> <p><b>Koordination:</b> Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer Hochschule Koblenz florest@hs-koblenz.de</p> <p><b>Webseite:</b> <a href="http://www.hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/florest-urban-flood-resilience-smart-tools">www.hs-koblenz.de/bauingenieurwesen/forschung-projekte/laufende-projekte/florest-urban-flood-resilience-smart-tools/florest-urban-flood-resilience-smart-tools</a></p>	<p><b>Verbundpartner:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ DFKI GmbH</li> <li>■ Disy Informationssysteme GmbH</li> <li>■ Hochschule Trier – Umweltcampus Birkenfeld, Institut für Softwaresysteme (ISS)</li> <li>■ Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH</li> <li>■ Universität Trier, Raum- und Umweltwissenschaften, Fach Hydrologie</li> </ul>
---	--

**Projektziele**

Bei Starkregenereignissen müssen die oberirdisch abfließenden Wassermassen möglichst schadlos durch die urbane Bebauung abgeleitet werden – über Notabflusswege als Element der wassersensiblen Stadtentwicklung wird dies möglich. In FloReST wird ein Tool-Set aus sogenannten „Smart-Tools“ entwickelt, welche künftig eine hochaufgelöste Planung und Ausweisung dieser Notabflusswege erlauben sollen. Der Einsatz und die Entwicklung innovativer Technologien liefert dabei entscheidungsunterstützende Informationen und Erkenntnisse zu Risikoelementen der urbanen Infrastruktur. Gefahren und Risiken, die aus Wasser-Extremereignissen resultieren sowie die Anwendungsergebnisse der verschiedenen Smart-Tools für Planerinnen und Planer und Fachbehörden werden über eine innovative Plattform – ein GeoData-Warehouse – bereitgestellt.

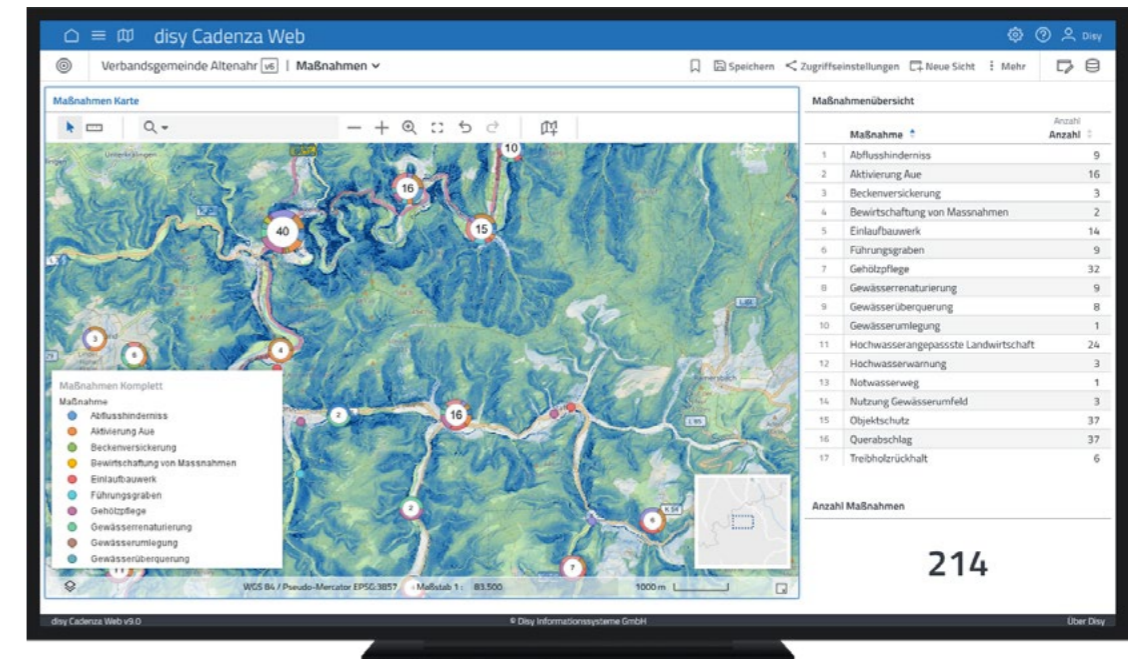
Die Schaffung einer nachhaltigen Sensibilisierung für die Folgen, mögliche Lösungsansätze sowie eigene Handlungspotenziale, um Wasser-Extremereignissen besser zu begegnen, ist ein wesentlicher Bestandteil des Projektes. Die aktive Beteiligung der Bevölkerung besitzt dabei einen besonderen Stellenwert. Als Ergebnis von FloReST steht ein intelligenter Werkzeugkasten zur Resilienzbildung gegen urbane Sturzfluten zur Verfügung, der in enger Abstimmung mit fünf Pilotkommunen in Rheinland-Pfalz entwickelt wird.

**Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse**

Zur hochaufgelösten Geländedatenaufnahme wurden diverse Vermessungstechniken angewandt. Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken wurden hinsichtlich der spezifischen Aufgaben und der projektbezogenen Ziele gegenübergestellt. Durch eine Verschmelzung von hochaufgelösten Punktwolken und vorhandenen Digitalen Geländemodellen (DGM) unterschiedlicher Auflösung wird aktuell ein Hybrid-Modell erstellt, welches für verfeinerte 2D hydrodynamisch-numerische (HN) Modellierungen (HydroAS-2D) herangezogen wird.

Gleichzeitig werden über das numerische Modell FiP große (Trainings-)Datensätze mit Überflutungsszenarien für Städte in NRW erstellt. Auf Basis dieses Datensatzes werden erste KI-Modelle trainiert, welche anschließend anhand von 2D-HN-Modellierungsergebnissen in den FloReST-Pilotkommunen evaluiert werden.

Zur belastungsabhängigen, experimentellen Ausweisung von Notabflusswegen finden laufend Dotierversuche statt. Mithilfe einer Thermalkamera werden die Versuche aufgezeichnet, um anschließend die Thermalsignatur des Notabflussweges in ein 3D-Modell zu überführen. Parallel dazu wurden für eine hydrologische Modellierung Bodenfeuchtesensoren auf der Testfläche in Trier-Filsch installiert und Beregnungsversuche im Einzugsgebiet durchgeführt.



Zielgruppenorientierte Darstellung geplanter Maßnahmen mit Disy Cadenza / © Disy Informationssysteme GmbH

Die Ergebnisse der verschiedenen Anwendungen und Arbeiten werden in einem GeoDataWarehouse zusammengeführt. Erste Visualisierungen relevanter Inhalte für Fachplanerinnen und Fachplaner, Behörden und Öffentlichkeit wurden prototypisch realisiert.

Zum Thema Risikokommunikation wurde eine Umfrage in den fünf beteiligten Pilotkommunen durchgeführt. Aus dieser lassen sich die drei Kernthemen Bildung, Frühwarnung/Kommunikation und Partizipation ableiten. Insbesondere im Bereich Bildung wird in Bezug auf Wissen bzgl. Frühwarnung und Eigenvorsorge ein Defizit erkennbar.

**Ausblick**

Die aus den Versuchen zur Geländedatenaufnahme identifizierte und abgeleitete Messtechnik wird als Prototyp in den Pilotkommunen angewendet. Darauf aufbauend werden die bisherigen 2D-HN-Modelle verfeinert. Die verschiedenen Modellerggebnisse werden anschließend verglichen und hinsichtlich ihrer Aussagekraft gegenübergestellt.

Nach Abschluss der vollständigen Einrichtung der Testfläche in Trier-Filsch sowie experimentellen Versuchen wird zeitnah eine erste Version eines hydrologisch-physikalischen Niederschlags-Abfluss-Modells (CATFLOW) mit ersten Modellergenis-

sen zur Verfügung stehen. Weiterhin wird ein erster Methodenvorschlag zur Umsetzung der Thermaldrohnenmessungen und Datenverarbeitung erstellt.

Die aktive Bürgerbeteiligung soll über eine Smart-App gefördert werden. Über diese kann lokales Wissen zu Starkregen und kritischen Bereichen erfasst werden. Der Prototyp der App befindet sich in der stetigen Weiterentwicklung, sodass dieser voraussichtlich noch im Jahr 2023 in einer Pilotkommune getestet werden kann. In das GeoDataWarehouse werden weitere Datenbestände der Projektpartner integriert und die Visualisierungen und Datenanalysemöglichkeiten praxisorientiert ausgebaut.

Die Ergebnisse aus der Umfrage zur Risikokommunikation dienen als Grundlage, um Handlungsempfehlungen zu den einzelnen Kernthemen zu entwickeln und diese den Kommunen bereitzustellen.



## Innovative Instrumente zum Management des Urbanen Starkregenrisikos

Das Verbundprojekt Inno\_MAUS entwickelt zielgerichtet digitale Instrumente zum Management von Starkregenrisiken in Städten weiter und stellt sie den Kommunen zur Verfügung. Diese können die Instrumente sowohl für Frühwarnung als auch für Vorsorge und Planung einsetzen.

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Prof. Dr.-Ing. Axel Bronstert  
Universität Potsdam  
axel.bronstert@uni-potsdam.de

**Webseite:** [www.uni-potsdam.de/de/inno-maus](http://www.uni-potsdam.de/de/inno-maus)



### Verbundpartner:

- Universität Potsdam – Lehrstuhl Hydrologie und Klimatologie
- Universität Potsdam – Lehrstuhl Geographie und Naturrisikoforschung
- Technische Universität München – Lehrstuhl Wasserbau und Wasserwirtschaft, Lehrstuhl Datenwissenschaft in der Erdbeobachtung
- KISTERS AG, Aachen
- Orbica UG, Berlin

### Projektziele

Die Gefährdung durch pluviale Hochwasserereignisse in urbanen Räumen ist in Deutschland allgegenwärtig. Auslöser sind extreme konvektive Niederschläge von kurzer Dauer. Sie überlasten die lokale Infiltrationskapazität der urbanen, oft stark versiegelten Oberflächen sowie die Entwässerungsinfrastruktur und erzeugen durch die lokale Konzentration von Oberflächenabfluss Überflutungen.

Als Antwort auf die Gefährdung durch pluviale Hochwasserereignisse verbindet ein ganzheitliches Starkregenrisikomanagement zahlreiche Komponente: Quantitative und hochaufgelöste Analysen, die Aufschluss über Gefährdungspotenzial und Vulnerabilität 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.

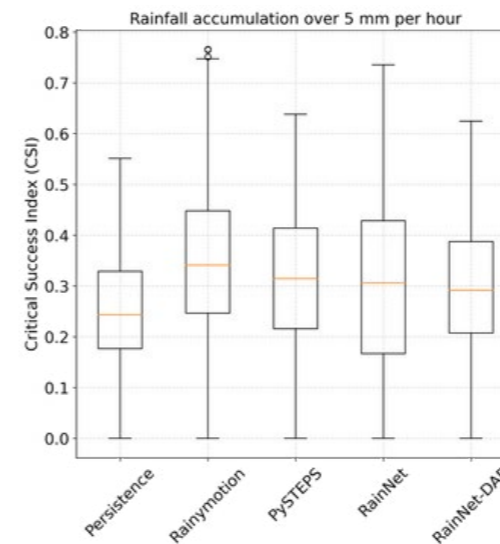
Das übergeordnete Projektziel ist daher die zielgerichtete Weiterentwicklung und Bereitstellung innovativer digitaler Instrumente, die sich flexibel in existierende kommunale Abläufe und Dateninfrastrukturen integrieren lassen. Dies wird pilothaft für die Städte Berlin und Würzburg demonstriert.

Inno\_MAUS fokussiert sich dabei auf folgende Aspekte:

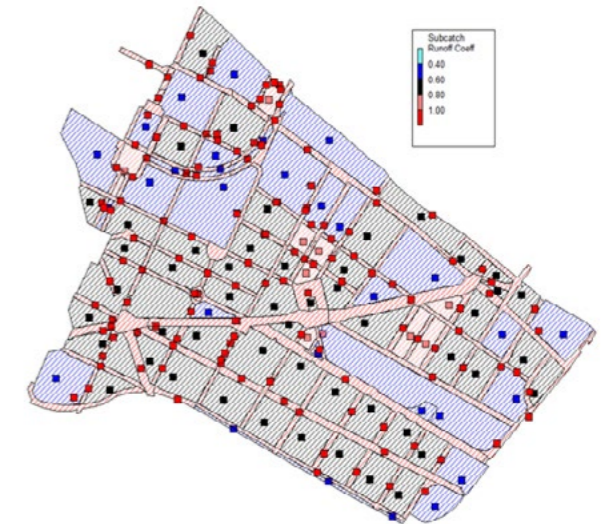
- Transparente und offene digitale Schnittstellen realisieren und dadurch Integration der Komponenten des Starkregenrisikomanagements ermöglichen
- Konvektive Extremniederschläge zuverlässiger quantifizieren und vorhersagen
- Urbane Abflussbildung und Potenziale urbaner Wasserretention skalenspezifisch quantifizieren
- Abflussdynamik durch Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI) effizient simulieren
- Starkregenspezifische Schäden an Gebäuden und Infrastruktur abschätzen.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Inno\_MAUS nutzt Verfahren der Bilderkennung (Optical-Flow-Tracking), um aus raumzeitlich hochauflösenden Radarbildern den Niederschlagsverlauf der nächsten Stunde vorhersagen zu können (Nowcasting). Dabei wird auch das Potenzial von KI für diesen Zweck untersucht: Tiefe neuronale Netze werden gezielt auf die Vorhersage der Überschreitung impact-relevanter Niederschlagsschwellenwerte trainiert – eine bisherige Schwachstelle KI-gestützten Nowcastings. Zudem wurden erste hydrologische Modellierungen der beiden Pilotuntersuchungsgebiete durchgeführt. Für das rein urbane Berlin und Würzburg mit einem hohen ländlichen Anteil wurden dabei unterschiedliche Modelle verwendet. Anhand einer Literaturstudie



Zusammenfassung des Modellvergleichs für Berlin: Critical Success Index (CSI, je höher, desto besser) zur Vorhersage der Schwellenwertüberschreitung des Niederschlags von 5 mm/h mit unterschiedlichen Modellen. Alle Werte stellen den durchschnittlichen CSI für 17 Ereignisse in Berlin dar / © Georgy Ayzel



Abflusskoeffizienten der Einzugsgebiete im Untersuchungsgebiet Berlin I / © Omar Seleem

wurde das Potential verschiedener Arten von grüner Infrastruktur zur Verringerung des urbanen Überflutungsrisikos untersucht. Anhand dieser Ergebnisse wurde ein schnelles und robustes Tool entwickelt, um Stadtplanerinnen und Stadtplaner sowie Architektinnen und Architekten bei ihren ersten Planungen im Hinblick auf den Einsatz von grüner Infrastruktur zur Regenwasserbewirtschaftung zu unterstützen. In einem weiteren Arbeitspaket werden sowohl 2D-hydraulische numerische (2D-HN) Modelle als auch eigens konzipierte KI-Tools zur effizienten Simulation der Abflusskonzentration an der Oberfläche untersucht. Hierbei wird das KI-Tool mit den Ergebnissen aus den 2D-HN Modellen trainiert und validiert. Anschließend werden die Modellparameter – wie etwa die Rauheit oder die Topographie – der 2D-HN Modelle variiert und als erweiterter Trainingsdatensatz für das KI-Tool verwendet, um einen Transfer des KI-Tools auf neue Modellgebiete zu ermöglichen.

Um den relativen Schaden durch Überflutungen nach Starkregen zu schätzen, wird ein Algorithmus des maschinellen Lernens (Random Forest - RF) angewendet. Mit RF können Klassifizierungs- sowie Regressionsanalysen durchgeführt werden. Die Methode eignet sich für nichtlineare Prozesse wie die Hochwasserschädigung von Gebäuden. Die Anwendung berücksichtigt die Unsicherheit der Eingabedaten durch die Ableitung realitätsnaher Verteilungen der Einflussvariablen aus vergangenen Ereignissen. Die Ergebnisse werden in Schadensklassen dargestellt, die für Starkregen angepasst wurden. Zur Abschätzung der infrastrukturellen Schäden mit besonderem

Augenmerk auf dem sozioökonomischen Einfluss wird ein modellgestütztes Prognoseverfahren entwickelt. Dabei wird eine zielgruppenspezifische Risikokommunikation mittels eines digitalen Instruments angestrebt. Zur differenzierten und zielgruppengerechten Darstellung der Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur (insbesondere Straßen- und Schienenverkehr) und bauliche Einrichtungen wird auf den Einsatz von sogenannten „Storylines“ gesetzt, die zum Beispiel durch dynamische Infografiken visualisiert werden können. Mit der Software Datasphere wird zudem eine Möglichkeit zur Darstellung der Geodaten und Zeitreihen zur Verfügung gestellt. Auch können Warnungen bei dem Erreichen bestimmter Werte automatisch versandt werden. Hier werden derzeit die oben genannten Modellresultate eingebunden, mit dem Ziel von vollständigen Modellintegrationen.

### Ausblick

Im weiteren Verlauf sollen skalierbare und übertragbare digitale Instrumente für Frühwarnung, Vorsorge und Planung entwickelt werden. Weiterhin werden offene Schnittstellen entwickelt, die es interessierten Anwenderinnen und Anwendern (z.B. DWD, Kommunen) erlauben, geeignete Instrumente in bestehende Informationsinfrastrukturen zu integrieren. Zudem sollen Tests und Demonstrationen als „Best-Practice-Beispiel“ für das Starkregenrisikomanagement der Städte Berlin und Würzburg durchgeführt werden.



## Kombinierter Infrastruktur- und Umwelt-Schutz durch KI-basierte Kanalnetzbewirtschaftung

Im Verbundprojekt InSchuKa4.0 wollen Forschende, Industrie und kommunale Partner das Kanalnetz flexibel, widerstandsfähig und effizient gegenüber extremen Wetterbedingungen machen, indem sie eine auf künstlicher Intelligenz basierende Kanalnetzmanagementlösung entwickeln.

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Prof. Günter Müller-Czygan  
Hochschule Hof –  
Institut für nachhaltige Wassersysteme  
guenter.mueller-czygan@hof-university.de

**Webseite:** [www.inwa.hof-university.de/  
index.php/startseite/projekte/  
inschuka4-0-2/](http://www.inwa.hof-university.de/index.php/startseite/projekte/inschuka4-0-2/)



### Verbundpartner:

- Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit
- HST Systemtechnik GmbH & Co. KG
- PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datensysteme mbH
- Nivus GmbH
- JenaWasser

### Projektziele

Das Projekt behandelt das Management von Risiken im Kanalsystem, die durch Wetterextremereignisse wie Starkregen oder langanhaltende Trockenperioden entstehen. Mit Hilfe digitaler Tools für Überwachung, Analyse, Prognose und Kommunikation wird eine auf künstlicher Intelligenz (KI) basierende innovative Lösung für das Kanalnetzmanagement entwickelt.

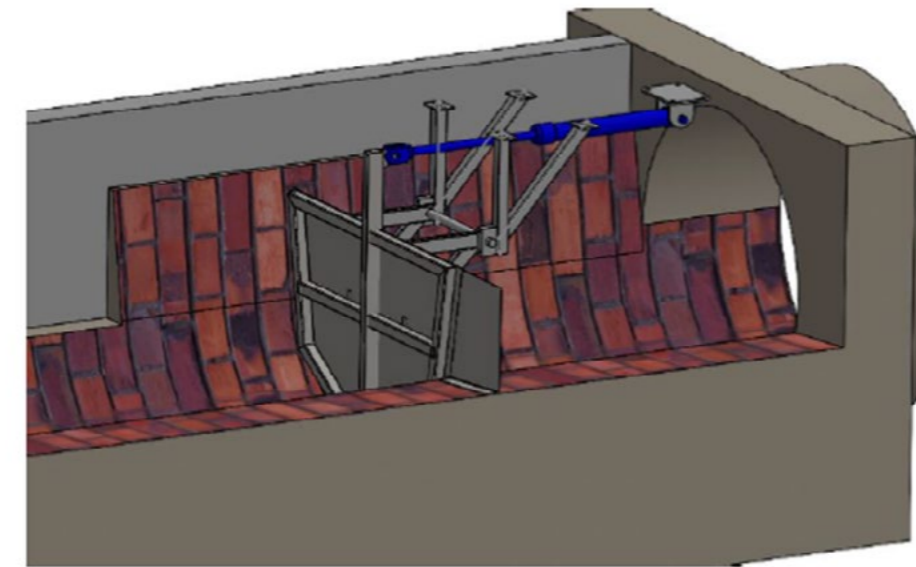
Hierfür fließen Daten von innovativen Kanalsensoren und moderner, als cyberphysische Systeme entwickelter, Kanalausrüstung zur Kontrolle von Wasserstand und -menge ein. Zusätzlich werden sowohl historische als auch prognostische Wetterdaten berücksichtigt. Dadurch kann bei extremen Regenereignissen das vorhandene Speichervolumen optimal ausgenutzt und eine unkontrollierte Ausschwemmung von Schadstoffen verhindert werden. In Trockenperioden vermeidet eine automatische vorbeugende Spülung von Kanalabschnitten unerwünschte Ablagerungen, die zum Beispiel zu Geruchsbelästigungen führen.

Um eine Übertragung des Prototyps auf viele weitere Anwendungsfälle zu ermöglichen, erfolgt eine Erforschung der Akzeptanz bei potenziellen kommunalen Anwendern sowie die Ermittlung der notwendigen Voraussetzungen zum Lösungstransfer auf unterschiedliche Rahmenbedingungen. Hierzu erfolgen Befragungen von Partnern und Verantwortlichen ausgewählter Städte. Neben der Analyse technischer Anforderungen werden für den

Praxistransfer relevante organisationskulturelle und entscheidungspsychologische Kriterien ergänzend untersucht.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

In einem ersten Arbeitspaket wurden allgemeine und spezielle Anforderungen an eine dynamische Kanalnetzbewirtschaftung zum resilienten Umgang mit Wetterextremereignissen ermittelt. Neben einer entsprechenden Literaturanalyse erfolgte die Berücksichtigung der ersten Ergebnisse einer Online-Umfrage. Zur Entwicklung und Erprobung der neuen Technologie wurde ein geeigneter Pilotabschnitt des Jenaer Kanalnetzes festgelegt. Auf Basis der Bestandsdokumentation und des Generalentwässerungsplans (GEP) JenaWasser sowie bereits vorhandener Simulationen wurden umfangreiche hydrodynamische Simulationsberechnungen mit den Systemen HYSTEM-EXTRAN und KOSIM zur Identifikation von Potenzialen einer erweiterten Stauraumvolumennutzung durchgeführt. Diese Ergebnisse bildeten die Rahmenbedingungen für die vorgesehene Technikausrüstung im Pilotabschnitt. Es wurden Regenwassereinzugsgebiete hinsichtlich Abflussmenge und Belastung betrachtet und bewertet, um Ansatzpunkte für Verbesserungen und mögliche Bewirtschaftungskonzepte abzuleiten. Erste Ansätze zur Optimierung der Schmutzwasserabflüsse sowie die Identifikation zusätzlicher Speicherkapazität wurden modelliert.



Entwurf der Spüleinrichtungen / © HST Systemtechnik GmbH & Co. KG

### Ausblick

In einem weiteren Arbeitspaket wurde ein Modellierungsansatz zur Ermittlung potenzieller Sulfidbelastungen und Geruchsbelästigungen entwickelt. Die wichtigsten Kanalabschnitte wurden mithilfe des sogenannten WATS-Modells untersucht und deren erwartete Sulfidbelastungen simuliert. Parallel erfolgte eine umfangreiche Literaturanalyse zum Stand der Wissenschaft und Technik in Bezug auf Maßnahmenmöglichkeiten zur Vermeidung und Verringerung von Sulfidbelastungen. Anhand der Struktur des Kanalnetzes und seiner Sonderbauwerke wurde der Zusammenhang zwischen hydraulischem Durchfluss und Kanalablagerungsverhalten abgeleitet, und die derzeit und zusätzlich aktivierbaren Stauvolumina wurden ermittelt. Kanalabschnitte mit kritischen Schmutzfrachten wurden identifiziert, um geeignete Spülstrategien zu entwickeln. Zudem wurde der ausgewählte Pilotstandort hinsichtlich der technischen Ausstattung für die kombinierte Stauraumaktivierung und Kanalspülung untersucht. Weiterhin erfolgte eine Auswertung der Literatur zum aktuellen Stand der Forschung bezüglich der Akzeptanz innovativer Umwelttechnologien im kommunal-öffentlichen Bereich. Darauf aufbauend wurde eine quantitative Umfrage im Online-Format durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die dynamische Kanalnetzbewirtschaftung von der Mehrheit der Befragten als vielversprechender Ansatz angesehen wird, um den Herausforderungen im Umgang mit Wasserextremereignissen effektiv zu begegnen. Zudem wurden alle Projektziele des Antrags als enorm wichtig und zielführend bewertet.

Im Rahmen des Projekts werden weitere Perspektiven zur Entwicklung eines effektiven Kanalnetzmanagements betrachtet. Dabei liegt der Fokus auf der Umsetzung eines dynamischen und flexiblen Ansatzes, der durch intelligente Datenerfassung, -auswertung und -überwachung realisiert wird. Weitere Schritte umfassen die Entwicklung einer verfahrenstechnischen Konzeption für die kombinierte Stauraumaktivierung und Kanalspülung sowie die Implementierung der Anforderungen an die technische Ausrüstung im Pilotabschnitt. Die Softwarekomponenten für die dynamische Kanalnetzbewirtschaftung werden unter Einbezug der KI-basierten Methode des Cased Based Reasoning entwickelt. In der Pilotphase erfolgt die reale Erprobung der dynamischen Kanalnetzbewirtschaftung und der eingesetzten technischen Ausrüstung an ausgewählten Punkten des Kanalsystems Jena.

Die Ergebnisse der Literaturanalyse sowie der Simulationen mit dem WATS-Modell zur Analyse potenzieller Sulfidbelastungen werden miteinander verglichen und Maßnahmen für den Pilotabschnitt abgeleitet und in den Steuerungsanforderungen berücksichtigt. Zusätzlich wird die bereits begonnene Akzeptanz- und Transferanalyse fortgeführt. Zusammenfassend erfolgt die Ableitung allgemeiner Hinweise für einen erfolgreichen Transfer der Lösungen auf unterschiedliche Projektrahmenbedingungen.



## Extremwettermanagement mit digitalen Multiskalen-Methoden

**Kernziel des Projektes EXDIMUM ist es, das Extremwassermanagement im Spektrum komplexer Herausforderungen durch das ganzheitliche Zusammenspiel von Datenerhebung und Modellierung auf multiplen Skalen und abgeleiteten Maßnahmen zu betrachten.**

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Prof. Dr. Sándor Fekete  
TU Braunschweig  
s.fekete@tu-bs.de

**Webseite:** [www.exdimum.org](http://www.exdimum.org)



### Verbundpartner:

- Technische Universität Clausthal
- Christian-Albrecht-Universität zu Kiel
- DSI Aerospace Technologie GmbH
- REMONDIS Aqua Industrie GmbH & Co. KG
- AMENO GmbH
- EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH

### Projektziele

Die globalen Klimaveränderungen gehen nicht nur mit einer Veränderung der Durchschnittswerte der Niederschlagsmengen einher, sondern auch mit einer Verstärkung der Extreme wie besondere Trockenheit und lokaler Starkregenereignisse. Diese Entwicklung 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 oder in der Landnutzung mit Wald, Bergbau, Landwirtschaft oder Besiedlung, können drastische Unterschiede im Abfluss von Niederschlägen auslösen. Um im Ernstfall angemessen reagieren zu können, werden in EXDIMUM integrierte Multiskalen-Modelle entwickelt, aus denen Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Extremwittersituationen sowie Maßnahmen zu ihrer künftigen besseren Bewältigung abgeleitet werden können.

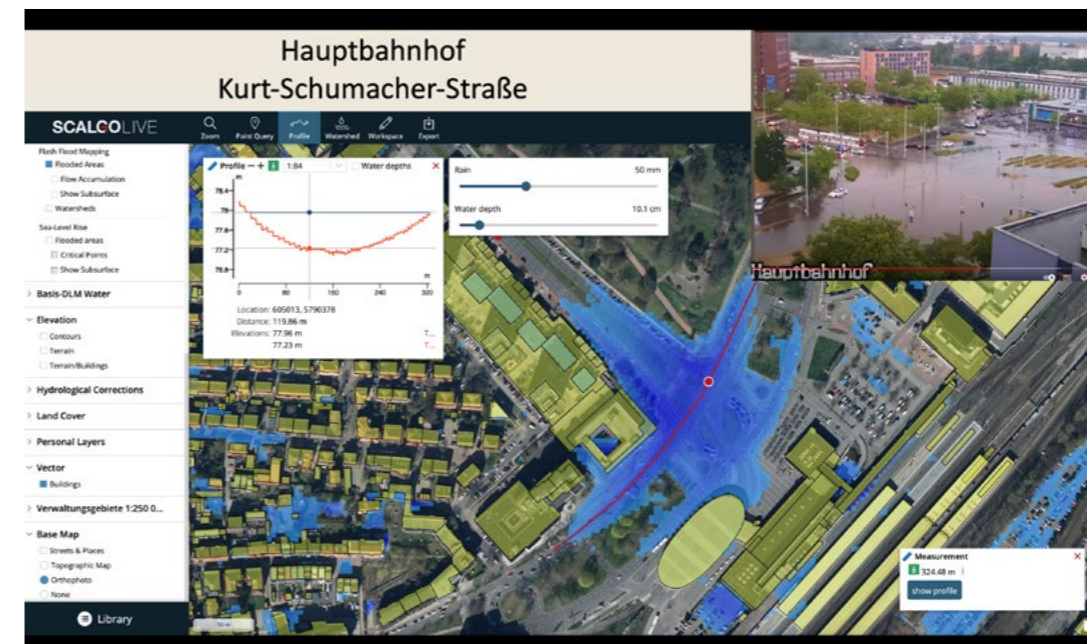
Der Forschungsansatz beruht auf der ganzheitlichen Kombination von Datenerhebung und Modellierung auf multiplen Skalen und abgeleiteten Maßnahmen. Hierzu gehören insbesondere die Nutzung von zeitlich und räumlich hochaufgelösten Satellitenaufnahmen, die Einbeziehung von digitalen Geländemodellen und die gezielte zuverlässige Erhebung von terrestrischen Sensordaten. Das Zusammenspiel dieser multimodalen Datenquellen für die Zustandserfas-

sung und Analyse von Szenarien ermöglicht dabei sowohl kurz- und langfristige Prognosen als auch die Ableitung von längerfristigen Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Wetterextremen für Netzbetreiber und Flussgebietsmanagerinnen und -manager.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Die Ziele von EXDIMUM decken ein breites Spektrum ab, das sowohl Szenarien mit Wassermangel als auch Überflutung umfassen; zudem umfasst der Forschungsansatz räumlich wie zeitlich große wie kleine Skalen. Die Arbeit des Gesamtkonsortiums stützt sich auf ein Spektrum unterschiedlicher Datenquellen. Die Arbeit ist dabei in drei Gruppen organisiert:

Arbeitsgruppe 1 nutzt räumlich und zeitlich hochaufgelöste Satellitendaten vom Unterauftragnehmer Planet Labs, die in Hinblick auf Dürre analysiert werden. Arbeitsgruppe 2 verwendet hochaufgelöste, dreidimensionale Geländedaten, um (mit Plattform und Expertise des Unterauftragnehmer SCALGO) den dynamischen Abfluss von großen Wassermengen bei Starkregenereignissen zu modellieren und zu simulieren. Arbeitsgruppe 3 installiert robuste drahtlose Sensorknoten, um auch in Extremsituationen aussagekräftige und verlässliche Informationen zum Zustand von Wasser und Gelände verfügbar zu machen. Verschiedene Vernetzungsaktivitäten sorgen darüber hinaus für inhaltliche wie organisatorische Kohärenz.



Starkregenereignis in Braunschweig am 22.06.2023: Reale Videoaufnahmen in südöstlicher Blickrichtung (oben rechts) und Simulation (Gesamtbild) zeigen eine bemerkenswerte Übereinstimmung / © Videobild: YouTube | Simulation: SCALGO

In allen Bereichen konnten planmäßige Fortschritte und sehr gute Ergebnisse erzielt werden, die zeigen, dass der Gesamtansatz erfolgreich ist und die Arbeit gut vorankommt.

Insbesondere folgende Ergebnisse sind hervorzuheben:

- Praxisrelevante Anforderungen und Spezifikationen wurden zusammen mit Expertinnen und Experten erarbeitet.
- Die erforderliche Sensorik wurde ausgewählt, entwickelt und in der Pilotregion rund um Goslar installiert und getestet. Zusätzlich wurden Tests bezüglich Boden- und Vegetationszustand durchgeführt.
- Die Identifikation relevanter Merkmale wurde auf Satellitenbildern vorangetrieben.
- Erste Ergebnisse zu Simulation von Fließverhalten des Wassers samt Vereinfachung der Geometrien liegen vor.

Am 22. Mai 2023 gab es im Bereich der Pilotregion um Goslar ein Starkregenereignis mit 78 mm Niederschlag innerhalb von zwei Stunden, wodurch detaillierte Messdaten (einschließlich zeitlichem Verlauf der Wasserfüllstände) erhoben werden konnten. Dabei lieferte die Sensorik verlässliche und aussagekräftige Ergebnisse. Auch in Braunschweig kam es am 22. Juni 2023 zu einem Starkregenereignis mit 44 mm Niederschlag; hierzu gibt es zahlreiche Videoaufnahmen, die einen Abgleich mit der Simulation erlauben. Auch hier zeigt sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen Simulation und Ernstfall.

### Ausblick

Neben den plangemäßen Fortschritten bei Modellierung, Datenerhebung und -auswertung lassen vor allem die vorab nicht planbaren Extremereignisse im Harz und in Braunschweig schon jetzt und sehr überzeugend die besondere Wirksamkeit des Projektes erkennen.

Die weitere Auswertung der zugehörigen Daten wird nicht nur eine Verfeinerung und Kalibrierung der zugehörigen Modelle und Simulationen ermöglichen, sondern führt auch schon zum jetzigen Zeitpunkt zu einer ganzen Reihe von Transferaktivitäten: Mit den Umweltministerien aus Niedersachsen und Sachsen-Anhalt wurde ein Dialog zum Thema „Krisenkommunikation bei Extremszenarien“ eröffnet; mit der Abteilung für Klimaschutz und strategische Umweltplanung der Stadt Braunschweig und der Stadtentwässerung Braunschweig GmbH gibt es Gespräche zum Thema „Modellierung und Mitigation von Extremwasserszenarien“. Hier konnten zum einen klare Grenzen, z.B. bei der Niederschlagsprognose, beobachtet werden. Andererseits zeigten sich auch vielversprechende Möglichkeiten: So erlaubte die präzise Nachvollziehbarkeit der beobachteten Modellierung in der Realität das Aufstellen von Maßnahmen und Planungen.



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

Das Verbundprojekt **Zwille** arbeitet daran, die siedlungswasserwirtschaftlichen Auswirkungen von Wasser-extremereignissen im urbanen Raum besser vorherzusagen und durch den Einsatz eines Digitalen Zwillings der Entwässerungsinfrastruktur sektorenübergreifend proaktiv zu managen.

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Dr. Alexander Krebs  
Eviden Germany GmbH  
alexander.krebs@eviden.com

**Webseite:** [www.zwille-projekt.de](http://www.zwille-projekt.de)



### Verbundpartner:

- Stadtentwässerung Hannover, Eigenbetrieb der Landeshauptstadt Hannover
- ifs - Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH
- h&m - hydro & meteo GmbH
- ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V.
- IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH

### Projektziele

Wetterextremereignisse wie Starkregen oder Dürren nehmen weltweit zu. Sie führen zu immer größeren wirtschaftlichen und ökologischen Schäden und erfordern neue Ansätze für den Umgang mit Wasser und Abwasser. Das Ziel des Verbundprojektes **Zwille** besteht in der Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für die Erstellung eines virtuellen Abbildes – eines sogenannten Digitalen Zwillings – einer städtischen Entwässerungsinfrastruktur als Basis für eine proaktive Bewältigung von Wetterextremereignissen im urbanen Raum. Der Digitale Zwilling soll am Beispiel der Stadt Hannover entstehen und auf der Grundlage von Messdaten und Simulationsmodellen den aktuellen Zustand des abgebildeten Systems widerspiegeln. Durch die Einbeziehung von Prognosen der wichtigsten Einflussfaktoren wie z.B. Niederschlags- und Abflussdaten wird eine vorausschauende Szenario-Analyse ermöglicht. Der Digitale Zwilling soll ferner mit Hilfe eines KI-basierten Assistenten unter Einbeziehung von Erfahrungswissen des Betriebspersonals Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Wetterextremereignissen geben. Damit soll er beispielsweise einen Beitrag dazu leisten, Überflutungsschäden im Stadtgebiet sowie Mischwasserabschläge in die Gewässer zu reduzieren.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Im Rahmen des Messprogramms erfolgte der Einbau der für das Projekt beschafften Messgeräte gemäß dem erarbeiteten Messkonzept. Die neuen Messstellen in den Gewässern Ihme und Lei-

ne, in der Kanalisation und auf den Kläranlagen der Stadt Hannover liefern Daten, die für den Digitalen Zwilling der städtischen Entwässerungsinfrastruktur genutzt werden.

Alle notwendigen hydrologischen und meteorologischen Daten für das **Zwille**-Gesamtsystem werden dabei in der Daten- und Kommunikationsinfrastruktur gespeichert, die auf der FIWARE Smart Water Referenzarchitektur basiert. Aktuell wird an der Entwicklung einer Applikation zur Steuerung und Überwachung der Datenimporte externer Daten (Sensor- und Modelldaten) in den FIWARE Datenbroker gearbeitet. Die Daten stehen anschließend über eine Schnittstelle für die weiteren Komponenten des Digitalen Zwillings zur Verfügung.

Bei der Aufbereitung von Daten zu historischen Wetterextremereignissen wurden u.a. Radardaten für Hannover seit 2001 korrigiert und mit Stationsdaten des Deutschen Wetterdiensts (DWD) und der Stadtentwässerung Hannover (SEH) angereicht. Die Ergebnisse stehen für Simulationen und Analysen zur Verfügung. Des Weiteren wurden Störungsmeldungen bei der SEH und Informationen über Feuerwehreinsätze in Zusammenhang mit Starkregen ausgewertet. Diese sollen im weiteren Verlauf u.a. für die Validierung von Überflutungsvorhersagen genutzt werden. Zudem wurden Softwareroutinen für die Verarbeitung von Radardaten und die Berechnung von Nowcasts auf einem feineren



Installation der neu beschafften Messtechnik am Klärwerk Herrenhausen in Hannover / © Stadtentwässerung Hannover

Gitter (250m x 1° bzw. 500m x 500m) angepasst. Die Verarbeitung von Niederschlagsdaten im Echtzeitsystem wurde vorbereitet. Außerdem wurde ein Konzept zur Vorhersage des Überflutungsrisikos entwickelt, basierend auf Ensemble-Nowcasts und vorgerechneten Modellergebnissen aus einem gekoppelten 1D-/2D-Modell zur Simulation von Kanal- und Oberflächenabfluss. Die Modellierung der Kläranlagen und besonders des Kanalnetzes ist stark vorangeschritten: Ein detailliertes hydrodynamisches und ein vereinfachtes hydrologisches Modell für Hannover liegen im Simulationssystem SIMBA# vor und durchlaufen aktuell eine Prüfung durch SEH.

Für den KI-basierten Assistenten als Entscheidungsunterstützung bei Extremwetter Szenarien wird relevantes Erfahrungswissen von ausgewählten SEH-Mitarbeitenden erfasst und formalisiert werden. Konkrete Möglichkeiten zur Einflussnahme werden u.a. in der Fahrweise der Eingangspumpwerke des Klärwerks Herrenhausen gesehen. Die anschließende Nutzbarmachung des erhobenen Erfahrungswissens soll auf einem Case-based Reasoning Ansatz basieren, wobei die Machbarkeit dieser Vorgehensweise im Rahmen einer Masterarbeit validiert wurde.

### Ausblick

Für die weitere Projektlaufzeit steht die Integration der einzelnen bislang erarbeiteten Komponenten in das Gesamtsystem Digitaler Zwilling sowie die darauf basierende Umsetzung der drei anvisierten Use Cases an. Dabei werden die im Rahmen des Messprogramms erhobenen Messdaten insbesondere hinsichtlich der Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der EU sowie des neueren DWA-Arbeitsblatts 102 beurteilt, wobei hier der Schwerpunkt auf den Auswirkungen der Starkregeneinleitungen in die Gewässer liegt. Zudem ist die Auswertung von Niederschlagsdaten aus regionalen Klimaprojektionen geplant, um die Daten und Erkenntnisse für Szenarioanalysen bereitzustellen. Dies dient zur oben angegebenen Planung von längerfristigen Anpassungsmaßnahmen in Bezug auf die Entwässerungsinfrastruktur. Weiterhin soll das Konzept zur Überflutungsvorhersage testweise umgesetzt werden und die Ergebnisse sollen mithilfe von historischen Daten überprüft werden, bevor die Methodik im Digitalen Zwilling für die Entscheidungsfindung umgesetzt wird. Schließlich soll auf Grundlage der für die Kläranlagen und das Kanalnetz entwickelten Modelle ein gekoppeltes hydrodynamisch-hydrologisches Modell erzeugt werden, das die besonderen Abflussverhältnisse des flachen Kanalnetzes von Hannover unter zeitkritischen Bedingungen des Digitalen Zwillings simulieren kann.



## Smarte multifunktionelle Wasserspeicher – Eine Lösung für saisonale Hochwasserereignisse und zunehmende Dürreperioden

**Smart-SWS speichert Abflussspitzen in vorhandenen, technisch aufrüstbaren Grundwasserleitern und stellt das Wasser langfristig in vermehrt auftretenden Trockenzeiten bereit. Dieser Ansatz verknüpft damit Hochwasser- und Dürremanagement und bietet ländlichen Gebieten einen Lösungsansatz für zukünftige Klimaextreme.**

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Prof. Dr. Thomas Baumann  
Technische Universität München –  
Lehrstuhl für Hydrogeologie  
tbaumann@tum.de

**Webseite:** [www.smart-sws.de](http://www.smart-sws.de)



**Verbundpartner:**

- Technische Hochschule Deggendorf, Institut für Angewandte Informatik Technologie Campus Freyung
- SPEKTER GmbH
- AQUASOIL Ingenieure & Geologen GmbH
- Prof. Dr. jur. Willy Spannowsky

### Projektziele

Die Klimaprognosen lassen bei steigenden Lufttemperaturen eine Zunahme von hydrologischen Extremereignissen wie Dürren und Hochwassern erwarten. Bei Starkregenereignissen wird die Infiltrationsfähigkeit des Bodens überschritten und es kommt zu einem schnellen oberflächlichen Abfluss des Niederschlagswassers und zu einer Kumulation von Hochwasserwellen. Auf der anderen Seite führen eine geringere Versickerung und der verstärkte Oberflächenabfluss zu einer geringeren Grundwasserneubildung.

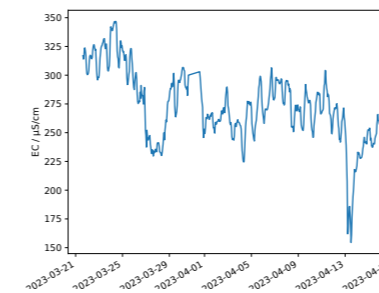
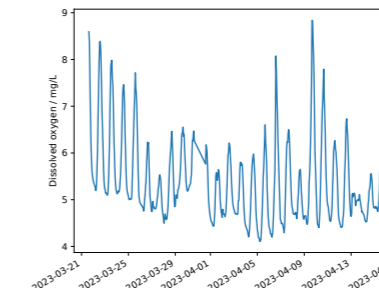
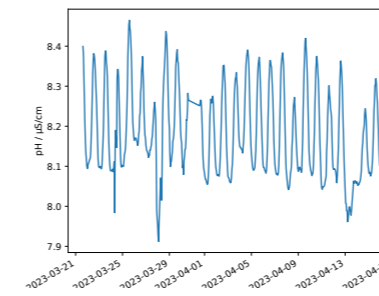
Das Projekt Smart-SWS hat zum Ziel, Hochwasser aus dem Fluss auszuleiten, in angrenzenden Grundwasserleitern über einen längeren Zeitraum zu speichern und für verschiedene Nutzungen zu sichern. Das System wird in der ersten Phase an eine existierende Hochwasserschutzmaßnahme gekoppelt. Dadurch bindet das Projekt bestehende Infrastruktur ressourcenschonend ein und ermöglicht eine rasche Realisierung. Die Verbindung von Hochwasserschutz und Dürrevorsorge sorgt dafür, dass künftige bauliche Schutzmaßnahmen kleiner ausfallen, und fördert dezentrale Schutzmaßnahmen. Smart-SWS will die Grundwasserleiter mit verschiedenen (geo-)technischen Maßnahmen aufrüsten um eine wesentlich höhere Infiltrationsgeschwindigkeit und einen längeren Rückhalt im Untergrund zu ermöglichen. Diese Maßnahmen umfassen weiterhin eine Aufbereitung der versickerten Wässer, um sie in geeigneter Qualität für die spätere Nutzung zur Verfügung zu stellen. Im ersten Schritt wird ein Konzeptmodell für die

sen multifunktionellen Untergrundspeicher erstellt, das anschließend in kleinem Maßstab praktisch erprobt wird. Aufbauend auf den Ergebnissen werden auch Pläne für einen größeren Speicherstandort entwickelt.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Anhand eines ersten Kriterienkatalogs, welcher besonders gut geeignete Gegebenheiten von limitierenden Faktoren abgrenzt, wurden drei geeignete Speicherstandorte im Bereich des Wasserwirtschaftsamt Kempten für die weitere Bearbeitung identifiziert. Für diese Standorte wurden numerische Modelle erstellt und kalibriert. Die Modelle zeigen, dass an den Standorten eine Infiltration von Hochwasserwellen quantitativ realisierbar ist.

Als Basis für die geplante Standortkarte wurde eine GIS-basierte Entscheidungsmatrix zur schnellen und unvoreingenommenen Bewertung der Eignung von Flächen für die Umsetzung von Smart-SWS entwickelt und auf das Projektgebiet angewandt. Mit der kontinuierlichen Überwachung der Flusswasserqualität im Feld (Hochwasser, Mittelwasser, Niedrigwasser) und angepassten Laborversuchen werden die Grundlagen für die Parametrisierung der Aufbereitung in den geplanten Infiltrationsgräben geschaffen. Für einen der ausgewählten, potenziellen Standorte wurden die lokal relevanten, grundwasserabhängigen Ökosystemfunktionen identifiziert. Aktuell wird die Datengrundlage für eine Szenarien-



Sensorbox für Wasserqualitätsmonitoring und Messdaten für Mittelwasser / © T. Baumann 2023

berechnung erstellt, die Informationen über die Ökosystemfunktionen in einem historischen (ca. 1860), einem aktuellen, und einem geplanten Zustand geben wird.

Potenzielle Standorte wurden mit Hilfe von einem Multispektralsensor und einem Bodenradar vermessen, und die notwendigen Parameter für das Satellitenmonitoring definiert. Diese Ergebnisse ergänzen die Planungsunterlagen und erleichtern somit den Planungsprozess. Für das lokale Umweltmonitoring-Programm wurden Sensoren für Wasserstand und Wasserqualität, sowie für weitere Umgebungsparameter wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur ausgewählt, welche in isolierten Gebieten verlässlich betrieben werden können. Ein von der Technischen Hochschule Deggendorf (THD) konzipiertes Cloud-System mit Schnittstellen zu den Sensoren und eine projektinterne GIS-Cloud erleichtern den Datenaustausch zwischen den Projektpartnern und bereiten die transparente Planung, Umsetzung und Kontrolle der Speichersysteme und deren Auswirkungen vor.

Die Kosten-Nutzen-Rechnung für einen potenziellen Standort für den kleinskaligen Speicher ergab bereits für typische Hochwasserlagen erhebliche Schäden, und damit die grundsätzliche Förderfähigkeit für eine Hochwasserschutzmaßnahme. Mögliche direkte Nutzer des gespeicherten Wassers wurden identifiziert. Aktuell werden weitere Daten zusammengetragen, die einer Ab-

sicherung potenzieller Standorte für kleinskalige Speicher dienen soll.

### Ausblick

Die Entscheidungsmatrix wird in den nächsten Monaten auf Bayern und, nach Adaption, auf weitere Bundesländer ausgerollt. Da die Bewertung bewusst ausschließlich auf frei zugänglichen Daten basiert, wird der Transfer in andere Bundesländer auch zu einem Testlauf für die eingepflegten Entscheidungsgrundlagen. Die grundwasserabhängigen Ökosystemfunktionen werden für drei Szenarien (vorindustriell, aktuell, geplant) quantifiziert. Eine semi-quantitative Analyse dieser Ergebnisse soll den Wert der individuellen Ökosystemfunktionen für einzelne lokale Stakeholder ermitteln, und zum Verständnis beitragen, inwieweit sich Smart-SWS positiv auf die Ökosystemfunktionen auswirkt. Für den aussichtsreichsten Standort werden standortkonkret geotechnische Maßnahmen zur Abflussverzögerung im Grundwasser entwickelt. Der Standort wird messtechnisch für die Kopplung von Fernerkundungsdaten mit bodenbasierter Sensorik ausgerüstet, um wechselseitig Effekte des Speichers auf die Umwelt und umgekehrt zu ermitteln.





## Anpassungsstrategien der öffentlichen Trinkwasserversorgung an Extremereignisse

Das Forschungsprojekt TrinkXtrem entwickelt Lösungen für die Praxis, um die Resilienz der öffentlichen Trinkwasserversorgung in Deutschland gegenüber klimatischen Extremereignissen zu stärken. Dazu konzentriert sich TrinkXtrem auf vier Themenfelder: Rohwasserressourcen, Anlagenbetrieb, Wasserbedarfsprognose und Preismanagement.

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Dr. Uwe Müller  
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
uwe.mueller@tzw.de

**Webseite:** [www.trinkxtrem.de](http://www.trinkxtrem.de)



### Verbundpartner:

- Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen
- Harzwasserwerke GmbH
- Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH
- IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH
- MOcons GmbH & Co. KG
- Technische Universität Clausthal, Institute for Software and Systems Engineering
- Universität Stuttgart, Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS)
- Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH
- Zweckverband Landeswasserversorgung

### Projektziele

Bisher stand der deutschen Wasserversorgung ein ausreichendes Wasserdargebot zur Verfügung, so dass die Praxis von einem gleichbleibenden, kontinuierlichen Betrieb der Anlagen geprägt war. Durch häufiger auftretende Extremereignisse werden die Grenzen zwischen dem Management im Normalbetrieb, dem Spitzenlastmanagement und dem Krisenmanagement der Wasserwerke zunehmend aufgelöst. Auf Grund der regionalen Prägung der Wasserversorgung in Deutschland wirken sich Extremereignisse unterschiedlich auf die Wasserressourcen wie Grund-, Quell- und Oberflächenwasser aus. Ebenso unterscheiden sich die Organisationsstrukturen in den Versorgungsgebieten. Neben lokalen oder regionalen Wasserversorgern gibt es auch Flächen- und Fernwasserversorgungen. Das Projekt TrinkXtrem entwickelt Betriebsstrategien für die öffentliche Wasserversorgung, um wissenschaftlich fundiert und vorausschauend auf Extremereignisse zu reagieren. Schwerpunkte des Projekts liegen in der Qualität und Quantität der Rohwässer, der Steuerung des Wasserwerksbetriebs sowie der Prognose des Trinkwasserbedarfs in Verbindung mit Preismodellen. Entsprechende Softwaretools werden anhand von Betriebsdaten der beteiligten Wasserversorger konzipiert und an Best Practice Standorten getestet. Die Entwicklung von Risiko- und Vorsorgekonzepten gehört ebenfalls zum Projekt.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Die Auswirkungen auf die Wasserressourcen nach dem Auftreten von drei extremen Trockenjahren in Folge wurden modelliert. Dazu wurden für ein Einzugsgebiet des Zweckverbandes Landeswasserversorgung Zeitreihen zur Grundwasserneubildung generiert. Die Prognose der zukünftigen Grundwasserneubildung erfolgte durch Anpassung an historische Daten. Zur Bewertung der Auswirkungen von Extremereignissen auf die physikalisch-chemische Wasserqualität wurden von den beteiligten Wasserversorgungsunternehmen Betriebsdaten bereitgestellt, die teilweise bis ins Jahr 1973 zurückreichen. Die Plausibilisierung dieser Daten ist abgeschlossen. Erste Messungen mit der wirkungsbezogenen Analytik zeigten bei Flusswasser während Niedrigwasserperioden tendenziell stärkere östrogene Effekte als bei normaler Wasserführung. Um die verschiedenen Rohwasserressourcen, die dem Wasserwerk zur Verfügung stehen, optimal zu nutzen, wird zudem ein Managementtool entwickelt. Dieses besteht aus mehreren Komponenten. Die Komponente künstliche neuronale Netze liefert bereits schnell vorliegende und damit zur Prognose nutzbare Ergebnisse zu Grundwasserständen. Weiterhin wird am Beispiel der Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz ein Optimierungsmodell für die Flächenversorgung unter Extrembedingungen entwickelt. Die Eingangsdaten



Prognosen zum Trinkwasserbedarf unter Extrembedingungen helfen Wasserwerken bei der energieeffizienten Einspeisung in das Verteilnetz / © TZW

für das Modell (z.B. Lage der Hochbehälter, Pumpen, Rohrnetzparameter) wurden erfasst und mit der Modellerstellung wurde begonnen. Ein weiteres Arbeitspaket entwickelt Betriebskonzepte für die Uferfiltratgewinnung. Dazu wurden an einem Wasserwerksstandort die Bestandsdaten einer Uferfiltratfassung erfasst. Dies dient der Erstellung und Kalibrierung eines konzeptionellen hydraulischen Modells, um die Wechselwirkungen von Flusswasser- und Grundwasserstand aufzuzeigen und z.B. den Uferfiltratanteil im Rohwasser des Wasserwerks zu ermitteln. Zur mikrobiologischen Beschaffenheit von Oberflächengewässern wurden von den Wasserversorgungsunternehmen Analysendaten der letzten Jahre bereitgestellt. Gemeinsam mit den parallel angelaufenen mikrobiologischen Untersuchungen zum Vorkommen von Krankheitserregern (z.B. Cryptosporidien, Viren) entsteht eine quantitative mikrobielle Risikobewertung. Weiterhin werden Prognosetools zum Trinkwasserbedarf in Trockenperioden entwickelt, um Bedarfsspitzen zu mindern und den Wasserwerksbetrieb zu optimieren. Die Übergabe und Plausibilisierung mehrerer Gigabyte Smart Meter Daten von drei Wasserversorgern ist abgeschlossen. Mit Hilfe von Algorithmen wurden erste kundenbezogene Verbrauchsprofile isoliert. Diese Informationen werden genutzt, um u.a. Spitzenanfragen von Trinkwasser zu charakterisieren. Je nach Wasserversorger waren 15 min-Spitzen oder Tages- und Stundenspitzen relevant. Die Kappung von Leistungsspitzen birgt ein erhebliches Einsparpotential, was im Weiteren detailliert wird. Am Beispiel des Talsperrensystems Klingenberg wird gezeigt, wie das vorhandene Risikomanagementsystem auf den Umgang mit Extremereignissen

erweitert wird. Bisher wurden ortsbezogene klimatische Faktoren sowie potentielle Auswirkungen von Extremereignissen identifiziert. Zusätzlich werden übertragbare Methoden zur Risikoanalyse und Notfallvorsorgeplanung unter Bezugnahme auf die entsprechenden Leitfäden des Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenvorsorge (BBK) entwickelt.

### Ausblick

Der bisherige Projektverlauf hat gezeigt, dass durch den hohen Anteil an Praxispartnern im engen Zusammenwirken mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Wissenschaft in kleinen Arbeitsgruppen passgenaue Tools entwickelt und an Best-Practice-Standorten umgesetzt werden können. Dazu zählen u.a.:

- Ein Managementtool zur Rohwasserfassung beim Zweckverband Landeswasserversorgung
- Ein Optimierungstool Flächenwasserversorgung bei der Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz
- Ein Trinkwasser-Bedarfsprognosetool für die Harzwasserwerke, die Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft und den Zweckverband Landeswasserversorgung

Die Projektergebnisse der Themenfelder Wasserressourcen, Anlagenbetrieb, Wasserbedarf und Konzepte werden in vier Videos aufbereitet, zwei davon bereits im Jahr 2023. Die Videos verwenden Animationen, um die Arbeit und die Erkenntnisse des Projektverbundes plakativ, zeitgemäß und gut verständlich zu transportieren.



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

Das Forschungsprojekt **KliMaWerk.Wasser:Landschaft** wirft einen ganzheitlichen Blick auf die hydrologischen und ökologischen Wirkungen von möglichst naturbasierten Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung der Resilienz des gesamten Landschaftswasserhaushalts gegenüber den klimabedingten Extremen Dürre und Starkregen.

**Laufzeit:** 01.02.2022 bis 31.01.2025

**Koordination:** Dr. rer. nat. Mario Sommerhäuser  
Lippeverband  
mario.sommerhaeuser@eglv.de

**Webseite:** [www.klimawerk-projekt.de](http://www.klimawerk-projekt.de)



### Verbundpartner:

- Universität Duisburg Essen – Abteilung Aquatische Ökologie
- Universität Kiel – Abteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft
- Planungsbüro Koenzen
- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
- delta-h Ingenieurgesellschaft mbH
- Ecologic Institut gGmbH

### Projektziele

Die Wirkungen von Maßnahmen und Landnutzungsszenarien zur Stärkung von Fließgewässern und dem Landschaftswasserhaushalt (LWH) gegenüber den Extremereignissen Starkregen und Dürre werden untersucht und bewertet. Dabei werden die lokale Ebene im und am Gewässer, die Teileinzugsgebietsebene in zwei unterschiedlich ausgeprägten Räumen (rural und urban) und die Flussgebietsebene der Lippe betrachtet. Die hydrologischen und ökologischen Auswirkungen von unterschiedlichen Maßnahmenkombinationen werden mit Hilfe von Modellen und Freilanduntersuchungen ermittelt. Klimaszenarien und sozio-ökonomische Aspekte werden in die Simulation verschieden ausgeprägter Maßnahmenumsetzungen integriert, um so die zukünftige Wirkung auf u.a. Wasserverfügbarkeit, Grundwasserneubildung, Biodiversität und Ökosystemleistungen zu bestimmen. Eine kontinuierliche Stakeholderbeteiligung bei der Maßnahmenauswahl und Szenarientwicklung ermöglicht sektorale Sichtweisen einzubinden und die spätere Akzeptanz bei der Umsetzung zu erhöhen.

Ziel ist es, einen Werkzeugkasten mit Maßnahmen zur Resilienzsteigerung zu entwickeln, der fundierte Informationen für die praktische Umsetzung liefert und gebietsunabhängig Anwendung finden soll. Zudem werden Empfehlungen für eine nachhaltige Entwicklung des LWH gegeben.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Ein Wirkungsgefüge zwischen hydrologischen, ökologischen und stofflichen Parametern wurde erstellt, um den Einfluss von Maßnahmen auf Biodiversität sowie Ökosystemfaktoren und -leistungen abzuschätzen. An den Gewässern im Untersuchungsgebiet wurden Probestellen mit unterschiedlicher Ausprägung entlang eines Gradienten von Tiefenvarianz, Gewässerbreite und Beschattung eingerichtet, an denen momentan eine regelmäßige Erfassung von physikochemischen, hydrologischen, morphologischen und biologischen Parametern stattfindet. Der Beschattungsgrad und die sich daraus ergebende Sonneneinstrahlung wird u.a. auf Basis einer Drohnen-Befliegung der Probestellen berechnet. Eine bereits durchgeführte Untersuchung des Makrozoobenthos ergab erste Hinweise auf den erwarteten großen Einfluss der Wassertemperatur und damit des Beschattungsgrads an den Probestellen auf den ökologischen Zustand. Hydrologische und hydraulische Modelle in Kombination mit Low-Cost Sensoren zur Messung des Wasserstands werden zur Habitatcharakterisierung an den Probestellen verwendet.

Grundwasser- und hydrologische Modelle wurden mit SPRING und NASIM für das Fokusteileinzugsgebiet Hamm-/Wienbach kalibriert. Momentan findet die Kopplung anhand verschiedener Verknüpfungspunkte in den beiden Modellen statt. Das ökohydrologische Modell SWAT+ wurde für das gesamte Lippeinzugsgebiet kalibriert.



Trockengefallenes Gewässer und Grundwassermessstelle im Untersuchungsgebiet in der Nähe einer Probestelle / © Nicolai Bätz, Lippeverband, 2022



Low-Cost Sensor mit direkter Übertragung zur Messung des Wasserstands an einem Gewässer im Untersuchungsgebiet in der Nähe einer Probestelle / © Nicolai Bätz, Lippeverband, 2023

Einzelmaßnahmen, die je nach Umsetzungsgrad und Kombination zu unterschiedlichen Veränderungen des Landschaftswasserhaushaltes führen, wurden auf Grundlage von Literatur, Expertenmeinungen und dem ersten Stakeholder-Workshop (18.10.2022) in Maßnahmenpaketen zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei auf Gewässern und ihrem Umfeld, einer geänderten Regenwasserbewirtschaftung und Landnutzung, angepassten Bewirtschaftungsformen, einem nachhaltigen Bewässerungs- und Entwässerungsmanagement sowie Governance- und Regulierungsmaßnahmen. Erste Entwürfe von Maßnahmensteckbriefen für den Maßnahmen-Werkzeugkasten wurden erstellt und werden im Laufe des Projekts angepasst.

Auf Grundlage der Representative Concentration Pathways (RCPs) und Shared Socio-economic Pathways (SSPs) sowie den Maßnahmenpaketen wurden Maßnahmenszenarien entwickelt: ein Baselineszenario, ein Nachhaltigkeitsszenario und ein konventionelles Szenario. Die Szenarien, der Umsetzungsgrad von Maßnahmen sowie Konflikte und Synergien zwischen Maßnahmen werden auf einem weiteren Stakeholder-Workshop im August 2023 diskutiert und angepasst.

### Ausblick

Auf einem dritten Stakeholder Workshop werden Maßnahmen im Untersuchungsgebiet verortet. Die hydrologischen Wirkungen von sinnvollen Maßnahmenkombinationen aus den Maßnahmenpaketen werden für die drei Maßnahmenszenarien mit den Modellen für das Teileinzugsgebiet und das Gesamteinzugsgebiet der Lippe simuliert. Zusammen mit Ergebnissen der Freilanduntersuchungen werden die Effekte der hydrologischen, morphologischen und physikochemischen Veränderungen durch die Umsetzung von Maßnahmen auf u.a. Biodiversität, Wasserverfügbarkeit und Ökosystemleistungen dargestellt.

Mit dem generierten Wissen werden Empfehlungen zu einem langfristigen nachhaltigen Umgang mit Dürresituationen im Wechsel mit Starkregeneignissen gegeben. Des Weiteren wird der modular aufgebaute Werkzeugkasten die möglichen Wirkungen im LWH, Lösungsansätze für Governance-bedingte Umsetzungshindernisse und ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Maßnahmenauswahl enthalten und steht so zur direkten praktischen Nutzung zur Verfügung.



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

**SpreeWasser:N entwickelt neue Handlungsoptionen zur verbesserten Wasserspeicherung sowie innovative Werkzeuge für ein integriertes Wassermanagement in Brandenburg, das eines der höchsten Wasserdefizite und Dürreerisikos in Deutschland aufweist.**

**Laufzeit:** 01.04.2022 bis 31.07.2025

**Koordination:** Prof. Dr. Irina Engelhardt  
Technische Universität Berlin –  
Fachgebiet Hydrogeologie  
irina.engelhardt@tu-berlin.de

**Webseite:** [www.spreewasser-n.de](http://www.spreewasser-n.de)



### Verbundpartner:

- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V., AG: Tieflandhydrologie und Wassermanagement & AG: Ökosystemmodellierung
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Forschungsbereich II: Klimaresilienz – Klimafolgen und Anpassung
- Freie Universität Berlin, AG Klimadiagnostik und meteorologische Extremereignisse
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat U2: Mikrobielle Ökologie
- Universität Trier, Institut für Deutsches und Europäisches Wasserwirtschaftsrecht
- adelphi research, Water Cooperations
- Berliner Wasserbetriebe, AöR
- Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
- TRUEBNER GmbH

### Projektziele

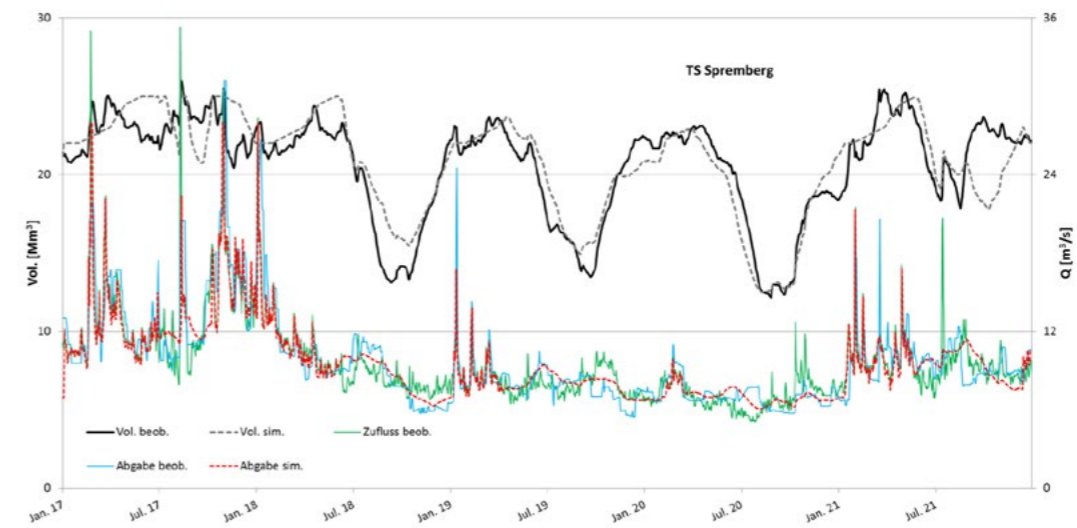
SpreeWasser:N analysiert verschiedene Methoden zum verbesserten Wassermanagement in der Region Berlin-Brandenburg. Auf regionaler Ebene sollen kurz- und langfristige Vorhersagen meteorologischer Extremsituationen verbessert werden. Diese werden in ein neu entwickeltes online-Dürre-Frühwarnsystem gespeist, um so Bewirtschaftungsvorschläge zur Ertragsoptimierung zu geben. Zur Bewertung der vorhandenen Wasserressourcen wird eine hochaufgelöste Prognose der Grundwasserneubildungsdynamik erstellt. Diese ist Ergebnis sowie Teil eines Sets an Modellen, welche die Abflüsse und Pegel der Oberflächengewässer simulieren, sowie deren ökologischen Zustand. Ergänzend wird ein Grundwassermodell erstellt. Die Kombination der Modelle erlaubt abzuschätzen, wie viel Wasser verschiedenen Nutzer:innen wann zur Verfügung steht. In Kombination mit den Klima- und Wirtschaftsprognosen sowie sozio-ökonomischen Analysen werden mit Hilfe der Modelle optimierte Bewirtschaftungsstrategien entwickelt sowie langfristige, jahreszeitlich-dynamische Kontrollparameter abgeleitet, die ein frühzeitiges Erkennen drohender Wasserdefizite ermöglichen. Des Weiteren sollen neue ober- und unterirdische sowie großflä-

chige Wasserspeicher identifiziert und hinsichtlich ihrer Eignung zum Ausgleichen hydrologischer Extreme untersucht werden. Um Nutzungskonflikten vorzubeugen werden außerdem Konzepte zur Priorisierung von Wassernutzungen im Fall einer akuten Wasserknappheit erarbeitet.

### Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurde eine ca. 750 km<sup>2</sup> große Pilotregion mit einer hohen Zahl an Messgeräten instrumentiert. Hierzu gehören Grundwasser-, Flusspegel- und Seepelgelmessstationen, Wetterstationen, ein Isotopensammler sowie ein Netz aus Bodenfeuchtesensoren. Parallel wurde ein Prototyp eines neuen, kostengünstigeren und tiefenauflösenden Bodenfeuchtesensors entwickelt. Laboruntersuchungen und erste Kalibrierungsmessungen zeigen, dass der neue Sensor eine hohe Messempfindlichkeit besitzt.

Für die Entwicklung des Grundwassermodells wurde zunächst eine Integration geologischer Bohrungen und hydrogeologischer



Modellergebnisse der Talsperre Spremberg, Brandenburg / © SpreeWasser:N

Schnitte in ein geologisches Modell umgesetzt. Über die Auswertung von Satellitendaten wurden Verdunstungshotspots identifiziert. Mittels hydrologischer Modellierung wird die Dynamik der Oberflächengewässer, der Talsperren und speziell auch des Niedermoores Spreewald abgebildet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bewirtschaftung der Talsperren als Wasserspeicher in der Region Brandenburg nur noch zu einem geringen Maß möglich ist. Das ökologische Modell des Berliner Gewässernetzes wurde um das Brandenburgische Spreegebiet erweitert und entsprechende Datenlücken konnten bereits zum Teil geschlossen werden.

Um gegensätzliche hydrologische Extreme besser ausgleichen zu können, werden Untersuchungen zur Identifikation von Wasserspeichern durchgeführt. Mittels einer Senkenanalyse wurden für Teilgebiete oberirdische Zwischenspeicher ermittelt. Zur oberflächennahen Speicherung werden kontrollierte Drainagen an Beispielorten entwickelt, um den natürlichen Wasserrückhalt unter dränierten, landwirtschaftlichen Flächen zu verbessern. Zur unterirdischen Wasserspeicherung wird eine Standortanalyse unter Berücksichtigung quantitativer Faktoren, wie Mächtigkeit der ungesättigten Zone, und qualitativer Faktoren, wie z.B. Nitratbelastungen, durchgeführt. Erste besonders geeignete Gebiete konnten so identifiziert werden. Zusätzlich wird die Wasserspeicherung im tiefen Untergrund geprüft und mögliche Standorte identifiziert. Für das Dürre-Frühwarnsystem wird derzeit an der Entwicklung des Web-Interfaces gearbeitet. Entsprechende Anbindungen an Datenbanken konnten bereits implementiert werden. Die Web-Interface-Arbeiten zur Visualisierung, dem Nutzermanagement und der Projektion der Frühwarnergebnisse sind derzeit im Aufbau.

Zusätzlich erfolgen Simulationen zur Abschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs der Bevölkerung sowie eine sozio-ökonomische Analyse, um den monetären Wert der Ressource Wasser für die Region zu beurteilen.

### Ausblick

Das Grundwasserströmungs-, hydrologisch-wasserwirtschaftliche und das ökologische Modell sind im Aufbau. Nächste Schritte sind die Kalibrierung und Validierung. Danach erfolgen Szenarioanalysen, um sowohl den Einfluss des Klimawandels, verschiedener Bewirtschaftungskonzepte und der Entwicklung des Wasserverbrauchs auf die Wasserverfügbarkeit zu prüfen. Es werden Dürreindikatoren entwickelt, um je nach bevorstehender Wettersituation die Dürrewahrscheinlichkeit beurteilen zu können. Die Beurteilung der verschiedenen Wasserspeicher anhand ihrer technischen Eignung, Effizienz und Kosten wird in einem web-basierten Katalog zusammengeführt.


Die Feldinstallationen innerhalb der Pilotregion dienen der Analyse der ungesättigten Zone und der hochaufgelösten Berechnung der Grundwasserneubildung. Dies ermöglicht die Ausweisung hydrologisch besonders sensibler Regionen sowohl in Hinblick auf die Eignung zur Grundwasseranreicherung als auch die Empfindlichkeit gegenüber Trockenperioden.

Die Umsetzbarkeit der verschiedenen Methoden zur Wasserspeicherung wird durch Prüfung auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit bzw. wasserrechtliche Zulassungsfähigkeit zusätzlich eingeordnet.

**DRYRIVERS Ziele, Anforderungen, Strategien und Werkzeuge für ein zukunftsfähiges Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM)**

Das Projekt DryRivers beschäftigt sich mit der Entwicklung eines in der Praxis geeigneten Instruments, welches Behörden beim Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM) effektiv unterstützen kann. Dabei stellt die Niedrigwasserrisikoanalyse ein zentrales Element dar.

<b>Laufzeit:</b> 01.02.2022 bis 31.01.2025	<b>Verbundpartner:</b>
<b>Koordination:</b> Prof. Dr.-Ing. Daniel Bachmann Hochschule Magdeburg-Stendal daniel.bachmann@h2.de	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RWTH Aachen University – Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW)</li> <li>■ RWTH Aachen University – Lehrstuhl für Technik- und Organisationssoziologie (STO)</li> <li>■ umweltbüro essen Bolle und Partner GbR</li> <li>■ LimnoPlan – Fisch- und Gewässerökologie</li> </ul>
<b>Webseite:</b> www.wax-dryrivers.h2.de	



**Projektziele**

Die trockenen Sommer der Jahre 2018, 2019 und 2022 führten zu hydrologischen Niedrigwasserrekorden in vielen europäischen Fließgewässern und verursachten sowohl in der Dauer als auch in der Intensität neue Extremwerte. Neben extrem geringen Abflüssen und Wasserständen führen Niedrigwasserperioden auch zu umfangreichen sozioökonomischen und ökologischen Schäden. So können Einschränkungen der Binnenschifffahrt, reduzierte industrielle Wasserentnahmen oder eine extreme Verschlechterung der Sauerstoffversorgung für im Wasser lebende Tiere die Folge sein. In Zukunft ist mit einer Verstärkung der Niedrigwasserproblematik zu rechnen, wozu sowohl klimatische als auch sozioökonomische Veränderungen beitragen.

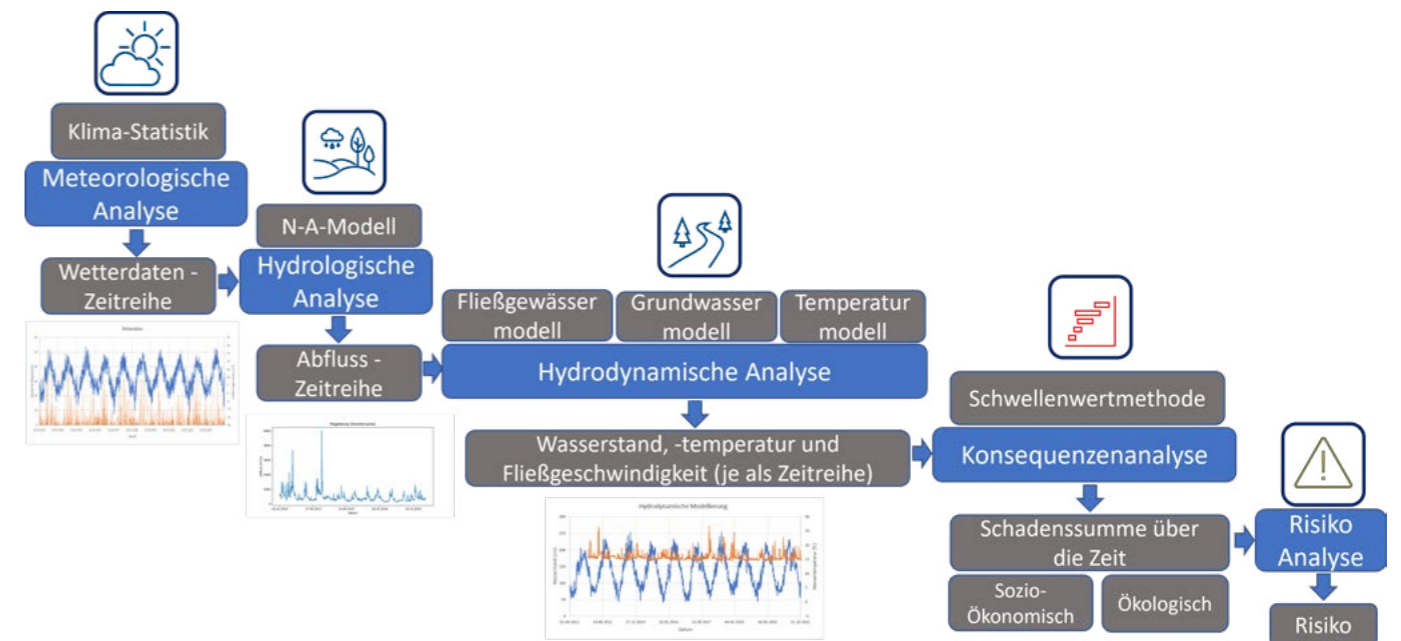
Von der Niedrigwasserproblematik sind viele Akteure betroffen: Behörden, die Industrie, Unternehmen der Wasser- und Landwirtschaft sowie die Freizeit- und Tourismusbranche. In der Praxis zeigt sich, dass es bislang an grundlegenden Priorisierungen und Konfliktlösungsstrategien für konsensfähige Maßnahmen im Umgang mit der knappen Ressource Oberflächenwasser fehlt.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines praxistauglichen Instruments, welches Behörden im Niedrigwasserrisikomanagement (NWRM) effektiv, objektiv und transparent unterstützt. Wasserwirtschaftliche, sozioökonomische und ökologische Aspekte werden dabei in einem multikriteriellen Rahmen berücksichtigt, um

für alle relevanten Ansprüche an die Gewässer in Niedrigwasserperioden konsensfähige Priorisierungs- und Lösungsstrategien entwickeln zu können.

**Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse**

Basis für das Niedrigwasserrisikomanagement ist die Niedrigwasserrisikoanalyse (siehe Abbildung). Sie verfolgt das Ziel, das Risiko unter Berücksichtigung der Konsequenzen und der Eintrittswahrscheinlichkeit zu ermitteln. Im Bereich des Hochwasserrisikomanagements wird häufig mit Bemessungsszenarien gearbeitet (Szenarien-basierter Risikoansatz). Bei der Niedrigwasserrisikoanalyse ist die Definition von Szenarien aufgrund ihrer langen Entstehungsdauer und ihres zeitlichen Umfangs deutlich komplexer. Zudem sind die zeitlichen Abhängigkeiten zwischen Niedrigwasserereignissen wesentlich wichtiger. Es wird daher ein kontinuierlicher, auf langjährigen Zeitreihen basierender, Modellansatz zur Risikomodellierung vorgeschlagen (kontinuierlicher Risikoansatz). Ausgangspunkt sind hier lange, synthetische Zeitreihen (von 100 Jahren und länger), die auf dem Wettergeschehen im Einzugsgebiet basieren. Diese langjährigen Zeitreihen modellieren nicht die Zukunft, sondern spiegeln die Statistik des aktuellen Wettergeschehens inklusive der Extremereignisse wider. In dem ganzheitlichen Modellierungsansatz werden diese synthetischen Zeitreihen über eine hydrologische, hydrodynamische Analyse und schließlich die Konsequenzenanalyse in lange Zeitreihen der



Niedrigwasseranalyse als ein Instrument für das Niedrigwasserrisikomanagement / © Udo Satzinger et al. 2023

Niedrigwasserkonsequenzen transformiert. Der kontinuierliche Ansatz ermöglicht es somit, die zeitlich zusammenhängenden Niedrigwasserereignisse mit ihren Eigenschaften und Folgen vollständig in der Risikoberechnung zu modellieren.

Für den kontinuierlichen Ansatz werden entsprechend einzelne Basisanalysen entwickelt, angepasst und anhand der drei Einzugsgebiete Selke, Rur und Elbe getestet. Im Fokus der Arbeiten stehen folgende Entwicklungen:

- ein stochastischer Wettergenerator zur Generierung langjähriger Wetterzeitreihen,
- der Aufbau vektorbasierter hydrologischer Modelle unter Berücksichtigung anthropogener Zuleitungen und Entnahmen für die Einzugsgebiete zur Transformation in Abflüsse,
- sowie die 1D-numerische hydrodynamische Flussmodellierung mit unidirektional gekoppelter Temperatur- und bidirektional gekoppelter 2D-Grundwassermodellierungen.

Im Bereich der Konsequenzenanalyse wurden Schritte hin zu einer Kostendatenbank für ökonomische Konsequenzen aus Niedrigwasser basierend auf Literaturrecherchen und Experteninterviews unternommen. Im ökologischen Bereich wurden die Grundlagen für indexbasierte Bewertungsansätze für Fische und Makrozoobenthos aufgebaut. Ziel ist es, den niedrigwasserbedingten Stress für beide Artengruppen (z.B. hinsichtlich Atmung, Reproduktion, Vernetzung) sowohl biologisch nachzuweisen, als

auch modellbasiert prognostizieren zu können und das Ausmaß des eingetretenen oder zu erwartenden ökologischen Schadens kritischer Niedrigwasserverhältnisse einer standardisierten Bewertung unterziehen zu können.

Eingebettet ist der Entwicklungsprozess in eine soziologische Begleitforschung: Gemeinsam mit Expertinnen und Experten werden kontinuierliche Net-Map-Erhebungen zur Analyse relevanter Akteure im lokalen Niedrigwasserrisikomanagement durchgeführt, um so dynamische Netzwerkformationen im NWRM identifizieren zu können.

**Ausblick**

Der entwickelte Rahmen zur Niedrigwasserrisikoanalyse wird im Projektverlauf konkretisiert. Die Weiterentwicklung der Basisanalysen und deren Schnittstellen steht dabei im Fokus. Zudem wird ein erster Testlauf der gesamten Modellierungskette für langjährige synthetische Zeitreihen am Untersuchungsgebiet der Selke den Optimierungsbedarf in den einzelnen Basisanalysen sowie in den Schnittstellen aufzeigen. Neben den inhaltlichen Arbeiten werden technische Entwicklungsschritte durchgeführt. Hier gilt es die Rechengeschwindigkeit und den Speicherbedarf zu optimieren. Anschließend folgt die programmtechnische Umsetzung des Risikoansatzes in die anwenderfreundliche Software LoFloDes (Low Flow Decision support).



**Rheinland-Pfälzisch Technische Universität  
Kaiserslautern-Landau**  
**Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft**  
Paul-Ehrlich-Straße 14 / 67663 Kaiserslautern  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dittmer / ulrich.dittmer@rptu.de  
Dr.-Ing. Christian Scheid / christian.scheid@rptu.de

**Universität Stuttgart**  
**Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfall-  
wirtschaft, Abteilung Multiskalige Umweltverfahrenstechnik**  
Bandtäle 2 / 70569 Stuttgart  
Dipl.-Ing. Ralf Minke / ralf.minke@iswa.uni-stuttgart.de

**Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH**  
Cicerostraße 24 / 10709 Berlin  
Dr. Andreas Matzinger / andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

**Berliner Wasserbetriebe, AöR**  
Neue Jüdenstraße 1 / 10179 Berlin  
Michel Gunkel / michel.gunkel@bwb.de

**Ecologic Institut gGmbH**  
Pfalzburger Str. 43-44 / 10717 Berlin  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jenny Tröltzsch / jenny.troeltzsch@ecologic.eu

**Technologiestiftung Berlin**  
Grünwaldstraße 61-62 / 10825 Berlin  
Matthieu Rigal / matthieu.rigal@ts.berlin

**HELIX Pflanzensysteme GmbH**  
Ludwigsburger Str. 82 / 70806 Kornwestheim  
Hans Müller / h.mueller@helix-pflanzen.de

**Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR**  
Ostmerheimer Str. 555 / 51109 Köln  
Dipl.-Ing. Ingo Schwerdorf / ingo.schwerdorf@steb-koeln.de



**Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**  
**Professur für Hydrologie**  
Friedrichstr. 39 / 79098 Freiburg  
Prof. Dr. Markus Weiler / markus.weiler@hydrology.uni-freiburg.de

**Leibniz Universität Hannover**  
**Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik  
im Bauwesen**  
Welfengarten 1 / 30167 Hannover  
Prof. Dr. Insa Neuweiler / neuweiler@hydromech.uni-hannover.de

**Helmholtz-Zentrum Potsdam**  
**Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ**  
Telegrafenberg / 14473 Potsdam  
Dr. Heidi Kreibich / heidi.kreibich@gfz-potsdam.de

**Forschungszentrum Jülich GmbH**  
Wilhelm-Johnen-Str. / 52428 Jülich  
Prof. Dr. Harrie-Jan Hendricks-Franssen / h.hendricks-franssen@fz-juelich.de

**Hydron Ingenieurgesellschaft  
für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH**  
Ritterstr. 9 / 76137 Karlsruhe  
Dr. Ingo Haag-Wanka / ingo.haag@hydron-gmbh.de

**AtmoScience GmbH**  
Wilhelmstr. 25 / 35392 Gießen  
Sebastian Otto / otto@atmoscience.eu

**BIT Ingenieure AG**  
Am Storrenacker 1 b / 76139 Karlsruhe  
Dipl.-Ing. Thomas Brendt / thomas.brendt@bit-ingenieure.de



**Hochschule Magdeburg-Stendal (HS-M)**  
**Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit**  
Breitscheidstr. 2 / 39114 Magdeburg  
Prof. Dr.-Ing. Daniel Bachmann / daniel.bachmann@h2.de

**RWTH Aachen University**  
**Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft  
(RWTH-IWW)**  
Mies-van-der-Rohe-Str. 17 / 52056 Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf / schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de  
**Lehrstuhl für Technik- und Organisationssoziologie  
(RWTH-STO)**  
Eilfschornsteinstr. 7 / 52062 Aachen  
M.A. Tim Franke / tfranke@soziologie.rwth-aachen.de

**umweltbüro essen Bolle & Partner GbR (ube)**  
Rellinghauser Str. 334 / 45136 Essen  
Dipl.-Biol. Martin Halle / martin.halle@umweltbuero-essen.de

**Limnoplan (LP)**  
Bonner Ring 22 / 50374 Erftstadt  
Dr. Stefan Staas / stefan.staas@limnoplan.org



**Technische Universität Braunschweig**  
**Department für Informatik**  
Mühlenpfordtstraße 23 / 38106 Braunschweig  
Prof. Dr. Sándor Fekete / s.fekete@tu-braunschweig.de  
**Institut für Geodäsie und Photogrammetrie**  
Bienroder Weg 81 / 38106 Braunschweig  
Prof. Dr.-Ing. Markus Gerke / m.gerke@tu-braunschweig.de

**Technische Universität Clausthal**  
**Institut für Informatik**  
Julius-Albert-Str. 4 / 38678 Clausthal-Zellerfeld  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Reinhardt / andreas.reinhardt@tu-clausthal.de

**Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel**  
**Institut für Natur- und Ressourcenschutz, Abteilung für  
Hydrologie und Wasserwirtschaft**  
Olshausenstraße 75 / 24118 Kiel  
Prof. Dr. Nicole Fohrer / nfohrer@hydrology.uni-kiel.de  
Dr. Paul Wagner / pwagner@hydrology.uni-kiel.de

**AMENO GmbH**  
An der Martinikirche 4 / 38100 Braunschweig  
Sebastian Lutz / sebastian.lutz@ameno.de

**EURAWASSER Betriebsführungsgesellschaft mbH**  
Odermarkplatz 1 / 38640 Goslar  
Dipl.-Ing. Michael Figge / michael.figge@eurawasser.de

**REMONDIS Aqua Industrie GmbH & Co. KG**  
Mengendamm 16 / 30177 Hannover  
Simon Giutronich / simon.giutronich@remondis.de

**DSI Aerospace Technologie GmbH**  
Otto-Lilienthal-Straße 1 / 28199 Bremen  
Konstantin Geißinger / konstantin.geissinger@dsi-as.de  
Christoph Richter / christoph.richter@dsi-as.de



#### Hochschule Koblenz

**Fachbereich bauen-kunst-werkstoffe,  
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft/ Wasserbau**  
Konrad-Zuse-Str. 1 / 56075 Koblenz  
Prof. Dr.-Ing. Lothar Kirschbauer, Gina Stratmann /  
florest@hs-koblenz.de

#### Universität Trier

**Raum- und Umweltwissenschaften, Hydrologie**  
Campus II / 54286 Trier  
JProf. Dr. Tobias Schütz / tobias.schuetz@uni-trier.de

#### Hochschule Trier

**Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für Softwaresysteme**  
Campusallee / 55768 Hoppstädten-Weiersbach  
Prof. Dr. Peter Fischer-Stabel /  
p.fischer-stabel@umwelt-campus.de

#### DISY Informationssysteme GmbH

Ludwig-Erhard-Allee 6 / 76131 Karlsruhe  
Dr. Andreas Abecker / andreas.abecker@disy.net

#### Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)

**Smarte Daten & Wissensdienste**  
Trippstadter Str. 122 / 67663 Kaiserslautern  
Prof. Dr. Prof. h.c. Andreas Dengel / andreas.dengel@dfki.de  
Dr. Marlon Nuske / marlon.nuske@dfki.de

#### Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH

Segbachstraße 9 / 56743 Thür  
Dr. Thomas Siekmann / t.siekmann@siekmann-ingenieure.de



#### Lippeverband

Kronprinzenstraße 24 / 45128 Essen  
Dr. Mario Sommerhäuser / mario.sommerhaeuser@eglv.de  
Nicolai Bätz / baetz.nicolai@eglv.de  
Dr. Nadine Gerner / gerner.nadine@eglv.de

#### Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel

**Institut für Natur- und Ressourcenschutz, Abteilung für  
Hydrologie und Wasserwirtschaft**  
Olshausenstr. 75 / 24118 Kiel  
Prof. Dr. Nicola Fohrer / nfohrer@hydrology.uni-kiel.de  
Sven Grantz / sgrantz@hydrology.uni-kiel.de

#### Ecologic Institut gGmbH

Pfalzburger Straße 43/44 / 10717 Berlin  
Dr. Ulf Stein / ulf.stein@ecologic.eu

#### Universität Duisburg-Essen

**Fakultät Biologie, Fachgebiet Aquatische Ökologie**  
Universitätsstr. 5 / 45141 Essen  
Prof. Dr. Daniel Hering / daniel.hering@uni-due.de  
Dr. Jochem Kail / jochem.kail@uni-due.de

#### Planungsbüro Koenzen

Schulstraße 37 / 40721 Hilden  
Dr. Uwe Koenzen / koenzen@planungsbuero-koenzen.de

#### HYDROTEC Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Bachstraße 64 / 52066 Aachen  
Dr.-Ing. Oliver Buchholz / oliver.buchholz@hydrotec.de

#### delta h Ingenieurgesellschaft mbH

Parkweg 67 / 58453 Witten  
Dr.-Ing. Katrin Brömme / kb@delta-h.de



#### Universität Potsdam

**Institut für Umweltwissenschaften und Geographie**  
Karl-Liebknecht-Str. 24-25 / 14476 Potsdam-Golm  
**Lehrstuhl Hydrologie und Klimatologie**  
Prof. Dr.-Ing. Axel Bronstert / axel.bronstert@uni-potsdam.de  
**Lehrstuhl für Geographie und Naturrisikoforschung**  
Prof. Dr. Annegret Thieken / thieken@uni-potsdam.de

#### Technische Universität München

Arcisstr. 21 / 80333 München  
**Ingenieurfacultät Bau Geo Umwelt, Lehrstuhl Wasserbau  
und Wasserwirtschaft**  
Prof. Dr. Nils Rüther / nils.ruether@tum.de  
**Fakultät Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie, Lehrstuhl  
Datenwissenschaften in der Erdbeobachtung**  
Prof. Dr.-Ing. Xiaoxiang Zhu / xiaoxiang.zhu@tum.de

#### KISTERS AG

Pascalstr. 8+10 / 52076 Aachen  
Dr.-Ing. Dirk Schwanenberg / dirk.schwanenberg@kisters.de

#### Orbica UG

Mariendorfer Damm 1 / 12099 Berlin  
Peter Rose / peter@orbica.world



#### Hochschule Hof

**Institut für nachhaltige Wassersysteme**  
Alfons-Goppel-Platz 1 / 95028 Hof  
Prof. Günter Müller-Czygan /  
guenter.mueller-czygan@hof-university.de  
PhD Viktoriya Tarasyuk / viktoriya.tarasyuk@hof-university.de

#### Hochschule Magdeburg-Stendal

**Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit**  
Breitscheidstr. 2 / 39114 Magdeburg  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wiese / Juergen.wiese@h2.de

#### NIVUS GmbH

Im Täle 2 / 75031 Eppingen  
Dr. Asmorom Kibrom / asmorom.kibrom@nivus.com

#### HST Systemtechnik GmbH & Co. KG

Heinrichsthaler Str. 8 / 59872 Meschede  
Dipl.-Wirt.-Ing. Martin Bohatsch / Martin.Bohatsch@hst.de

#### PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datensysteme mbH

Heinrichsthaler Str. 8 / 59872 Meschede  
Uwe Frigger / uwe.frigger@pegasys-software.de

#### JenaWasser – Zweckverband Abwasserentsorgung und Wasserversorgung

Rudolstädter Str. 39 / 07745 Jena  
M. Sc. Robert Köllner / robert.koellner@stadtwerke-jena.de



#### Technische Universität München

##### Lehrstuhl für Hydrogeologie

Arcisstr. 21 / 80333 München

Prof. Dr. Thomas Baumann / tbaumann@tum.de

#### Technische Hochschule Deggendorf

##### Institut für angewandte Informatik - Technologie Campus Freyung

Dieter-Görlitz-Platz 1 / 94469 Deggendorf

Prof. Dr. Wolfgang Dorner / wolfgang.dorner@th-deg.de

#### AQUASOIL Ingenieure & Geologen GmbH

Oberdorfstr. 2 / 91747 Westheim

Dr. Jörn Bartels / j.bartels@aquasoil.de

#### SPEKTER GmbH

Werner-Heisenberg-Str. 9 / 91074 Herzogenaurach

Christian Tomsu / christian.tomsu@spekter.de



#### Technische Universität Berlin

##### FG Hydrogeologie

Ernst-Reuter-Platz 1 / 10587 Berlin

Prof. Dr. Irina Engelhardt / irina.engelhardt@tu-berlin.de

#### Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF)

Eberswalder Str. 84 / 15374 Müncheberg

##### AG: Ökosystemmodellierung

Prof. Dr. Claas Nendel / nendel@zalf.de

##### AG: Tieflandhydrologie und Wassermanagement

Prof. Dr. Christoph Merz / merz@zalf.de

#### Freie Universität Berlin

##### AG Klimadiagnostik und meteorologische Extremereignisse

Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 / 12165 Berlin

Prof. Dr. Uwe Ulbrich / ulbrich@met.fu-berlin.de

#### Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. (PIK)

##### Forschungsbereich II: Klimaresilienz –

##### Klimafolgen und Anpassung

Telegrafenberg A62/1.04 / 14412 Potsdam

Dr. Hagen Koch / hagen.koch@pik-potsdam.de

#### Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

Rennbahnallee 109 A / 15366 Hoppegarten

Prof. Dr.-Ing. Heiko Sieker / h.sieker@sieker.de

#### Universität Trier

##### Institut für Deutsches und

##### Europäisches Wasserwirtschaftsrecht

Universitätsring 15 / 54296 Trier

Prof. Dr. Michael Reinhardt / reinharm@uni-trier.de

#### Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

##### Referat U2: Mikrobielle Ökologie

Am Mainzer Tor 1 / 56068 Koblenz

Dr. Helmut Fischer / helmut.fischer@bafg.de

#### adelphi research gGmbH

##### Water Cooperations

Alt-Moabit 91 / 10559 Berlin

Annika Kramer / kramer@adelphi.de

#### Berliner Wasserbetriebe, AöR

##### Forschung und Entwicklung

Neue Jüdenstr. 1 / 10179 Berlin

Dipl.-Ing. Regina Gnirß / regina.gnirss@bwb.de



#### TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser

Karlsruher Straße 84 / 76139 Karlsruhe

Dr. Uwe Müller / uwe.mueller@tzw.de

#### Universität Stuttgart

##### Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

Pfaffenwaldring 61 / 70569 Stuttgart

apl. Prof. Dr. Holger Class / holger.class@iws.uni-stuttgart.de

Tim Jupe / tim.jupe@iws.uni-stuttgart.de

#### Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Hansastr. 27 c / 80686 München

Dr. Robert Burlacu / robert.burlacu@iis.fraunhofer.de

#### Harzwasserwerke Gesellschaft mbH

Nikolaistr. 8 / 31137 Hildesheim

Dr.-Ing. Andreas Lange / lange@harzwasserwerke.de

#### Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH

Wilhelm-Haas-Str. 6 / 70771 Leinfelden-Echterdingen

Dr. Ulrich Lang / lang@kobus-partner.com

#### MOcons GmbH & Co. KG

Brandenburg 30 / 45478 Mülheim an der Ruhr

M.Sc. VWL Christoph Czichy / christoph.czichy@mocons.de

#### IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH

Moritzstr. 26 / 45476 Mülheim an der Ruhr

Dr. Tim aus der Beek / t.ausderbeek@iww-online.de

**Technische Universität Clausthal****Institute for Software and Systems Engineering**

Adolph-Roemer-Str. 2 a / 38678 Clausthal-Zellerfeld

Prof. Dr. Andreas Rausch / andreas.rausch@tu-clausthal.de

**Wasserversorgung Rheinhessen-Pfalz GmbH**

Rheinallee 87 / 55294 Bodenheim

Dr. Jörg Bork / j.bork@wvr.de

Natalie Wick / n.wick@wvr.de

**Zweckverband Landeswasserversorgung**

Schützenstr. 4 / 70182 Stuttgart

Dr. Martin Emmert / emmert.m@lw-online.de

**Eviden Germany GmbH**

Zukunftsmeile 2 / 33102 Paderborn

Dr. Alexander Krebs / alexander.krebs@eviden.com

**Institut für Automation und Kommunikation e. V. (ifak)**

Werner-Heisenberg-Straße 1 / 39106 Magdeburg

Dipl.-Inf. Christian Hübner / christian.huebner@ifak.eu

**IAB – Institut für Angewandte Bauforschung****Weimar gGmbH**

Über der Nonnenwiese 1 / 99428 Weimar

Dipl.-Ing. Jürgen Krausewald / j.krausewald@iab-weimar.de

**ifs – Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH**

Stiftstraße 12 / 30159 Hannover

Dr.-Ing. Erik Ristenpart / ristenpart@ifs-hannover.de

**hydro & meteo GmbH (h&m)**

Breite Str. 6-8 / 23552 Lübeck

Dipl.-Met. Alrun Jasper-Tönnies /

jasper-toennies@hydrometeo.de

**Stadtentwässerung Hannover,****Eigenbetrieb der Landeshauptstadt Hannover (SEH)**

Sorststraße 16 / 30165 Hannover

Dr.-Ing. Michael Pabst / michael.pabst@hannover-stadt.de





[www.bmbf-wax.de](http://www.bmbf-wax.de)

**Veranstaltungsort**

Universität Potsdam, Campus Griebnitzsee, Haus 6, August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam