

Editorial	2
Grußwort	2
Executive Summary	4
Eintauchen	8
PFAS in Berlin: Was haben wir entdeckt?	10
Das Dual Model als Tool für aktive Leckageerkennungsprogramme	14
Projektauswahl	20
Rausschwimmen	36
Auf halben Weg zur Phosphorrückgewinnung?	38
Das „Wie“ in der Smart City	42
Interview mit Dr. Pascale Rouault	46
Anlegen	52
WasserWerkstatt	54
Einzugsparty	56
Team	58
Projektübersicht	62
Publikationen	64
Literaturangaben & Bildnachweise	66

Grußwort

Es ist eine Krux: Unser urbaner Wasserkreislauf wird immer ärmer an Wasser und zugleich immer reicher an Herausforderungen. Diese Herausforderungen sind vielfältig, von der zunehmenden Wasserknappheit über den Erhalt bestehender Infrastrukturen und die Planung zukünftiger Versorgungsnetze bis hin zur Anpassung an den Klimawandel und zur Digitalisierung – und das alles unter dem Druck begrenzter finanzieller Mittel.



Prof. Dr. Christoph Donner (links)
Nicolas Zimmer (rechts)

Die Lösung liegt im integrierten Wasserkreislauf, der verschiedene Aspekte des Wassermanagements wie Wassernutzung, Abwasserbehandlung und Gewässerschutz in einem idealerweise harmonischen System vereint. Dabei werden modernste Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse für einen zukunftsorientierten Umgang mit Wasser genutzt; neue Ideen und Innovationen garantieren den stetigen Fluss des Fortschritts. Genau hier spielt das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) eine unverzichtbare Rolle als Think Tank und Akteur in der Metropolregion Berlin-Brandenburg, in Deutschland und Europa, indem es angewandte Forschung und praxisnahe Lösungen bietet, indem es vordenkt, vermittelt und verändert.

Im letzten Jahr ist wieder viel passiert am KWB. Prof. Dr. Martin Jekel hat seine Tätigkeit als Geschäftsführer beendet, nachdem er die Position interimswise aus dem Ruhestand heraus übernommen hatte. Als einer der Gründungsväter des KWB vor über 20 Jahren und als Experte, der sich wissenschaftlich so lange und intensiv mit dem Thema Wasser auseinandergesetzt hat, wie kaum jemand in Berlin, möchten wir ihm unseren besonderen Dank aussprechen.

Ihm folgte als neue Geschäftsführerin Dr. Pascale Rouault. Sie hatte bereits 15 Jahre am KWB gearbeitet und war zuletzt als Leiterin Wasserwirtschaft und Quartiersentwicklung bei HAMBURG WASSER tätig. Wir freuen uns, dass sie sich entschieden hat, ans KWB zurückzukehren, um das Team weiterzuentwickeln, an neuen, vielfältigen Fragestellungen zum integrierten Wasserkreislauf zu arbeiten und die Wasserwirtschaft zu prägen. Dafür wünschen wir ihr alles Gute und viel Erfolg!

Das KWB kann sich unserer Unterstützung als Gesellschafter, Förderer und Forschungspartner sicher sein.

Um der Metropolregion Berlin-Brandenburg einen stabilen Zugang zu intellektuellen und personellen Ressourcen zur Bewältigung wachsender Wasserprobleme zu gewährleisten und um die Stärken des KWB und seiner Mitarbeitenden zu nutzen, unterstützen wir außerdem das Ziel einer gesicherten Grundfinanzierung durch das Land Berlin. Die Fachkräfte am KWB sind nicht nur engagierte Teamplayer, sondern auch erfahrene Expert:innen, die mit Leidenschaft große Verbundprojekte leiten und notwendige Fördermittel akquirieren, wovon sowohl die Partner als auch die gesamte Region profitieren.

Wir danken allen Mitarbeitenden herzlich für ihr außergewöhnliches Engagement im vergangenen Jahr und wünschen weiterhin viel Erfolg. Auf eine bereichernde Zusammenarbeit in spannenden Projekten für eine hoffnungsvolle Zukunft!

Prof. Dr. Christoph Donner

Vorstandsvorsitzender Berliner Wasserbetriebe,
Vorsitzender des Aufsichtsrats des KWB

Nicolas Zimmer

Vorstandsvorsitzender Technologiestiftung Berlin,
Vorsitzender der Gesellschafterversammlung des KWB

Executive Summary

Im April dieses Jahres bin ich zum KWB zurückgekehrt. Zuvor hatte ich zwei Jahre in einem wunderbaren Team bei HAMBURG WASSER verbracht und bin für diese Zeit und die gesammelten Erfahrungen sehr dankbar. Die Rückkehr an die Spitze des KWB bot eine einzigartige Gelegenheit, die Wasserwirtschaft in Berlin, Deutschland und Europa zu gestalten, das KWB-Team weiterzuentwickeln und an umfassenderen Fragestellungen zu arbeiten.



Geschäftsführerin
Dr. Pascale Rouault

Die Wasserwirtschaft steht vor zunehmenden Herausforderungen: die steigenden rechtlichen Anforderungen, zum Beispiel in der neuen Kommunalen Abwasserrichtlinie, mit dem Ziel der Klimaneutralität, die notwendige Klimaanpassung, der wachsende Wasserbedarf bei gleichzeitig knapper werdenden Ressourcen, alternde Infrastrukturen, technologischer und demografischer Wandel sowie begrenzte finanzielle Mittel. Doch auch die damit verbundenen Chancen sind groß! Ich möchte meinen Beitrag zur Bewältigung der Probleme in der Wasserwirtschaft leisten und das KWB ist dafür der ideale Ort.

Das KWB vereint viele besondere Vorzüge: Vor allem sind es die Mitarbeitenden, die mit großer Leidenschaft am urbanen Wasserkreislauf forschen. Es ist selten, dass so viele Menschen mit unterschiedlichen Kompetenzen zusammenkommen, um interdisziplinär drängende Probleme zu lösen und dabei über Jahre hinweg Erfahrung sammeln können. An Universitäten arbeiten wissenschaftliche Mitarbeitende oft nur befristet, was regelmäßig zu Kompetenzverlusten führt; diese Einschränkung hat das KWB nicht. Dass es sich um angewandte Forschung handelt, macht das KWB zudem besonders: Es wird in direkter Zusammenarbeit mit der Praxis gearbeitet, wodurch Forschungsergebnisse gezielt angewendet werden. Entsprechend gibt es viele wunderbare Projekte mit sehr engagierten Partnerorganisationen, darunter unsere Gesellschafter, die Berliner Wasserbetriebe und die Technologiestiftung Berlin. Diese großartige Zusammenarbeit gilt es, zu verstetigen. Zusätzlich ist da noch der Status des KWB als gemeinnützige GmbH und das Teilen unserer Forschungsergebnisse mit einer breiten Öffentlichkeit zum Wohle aller – eine besondere und erfüllende Aufgabe.

Der Weg des KWB war nicht immer geradlinig. Aus der anfänglichen Idee, den Wissenschaftsstandort Berlin zu stärken, ist ein angesehenes Kompetenzzentrum mit über 40 Mitarbeitenden gewachsen, ein unabhängiges Forschungsinstitut, das auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene Innovationen und Lösungen für die Herausforderungen der Wasserwirtschaft bietet. Es erfüllt mich mit Stolz, das KWB leiten zu dürfen, und ich bin dankbar für das mir entgegengebrachte Vertrauen.

An dieser Stelle sei ein kurzer Rückblick gestattet, verbunden mit einem großen Dank an Prof. Dr. Martin Jekel. Martin, einer der Gründer, war dem KWB seit den Anfängen eng verbunden und führte – trotz seines Ruhestands – das KWB ab Juni 2023 als Interims-Geschäftsführer. Er betrachtete dies als eine „Herzensangelegenheit“. In dieser Zeit stellte er mit schnörkelloser Effektivität wichtige Weichen für die Zukunft. Im Namen der gesamten Belegschaft danke ich ihm herzlich dafür, dass er das Ruder noch einmal übernommen hat.

Seit meinem Start im April sind einige Monate vergangen. Dank meiner langjährigen Erfahrung am KWB war die Einarbeitungsphase kurz, sodass ich schnell mit Neugier neue Aufgaben angehen, mich mit alten und neuen Partnern austauschen und einen neuen Strategieprozess starten konnte. Viel hat sich ereignet: Kurz vor meiner Ankunft sind wir nach Berlin-Schöneberg umgezogen und erfreuen uns nun an unserem neuen Standort mit schönen und vor allem energetisch nachhaltigen Büroräumen sowie flexiblen Arbeitsplätzen. Alle sechs Leitungspositionen der Forschungsgruppen sind inzwischen besetzt und auch unser Veranstaltungsformat „Wasser-Werkstatt“ wurde nach einer pandemiebedingten Pause wiederbelebt und erfreut sich großer Beliebtheit.

Neben der Bewahrung der Qualität und Attraktivität unserer Forschung arbeiten wir aktuell an der Verbesserung von Betriebsabläufen und -prozessen. Zusätzlich haben wir einen intensiven Strategieprozess zum „KWB 2035“ begonnen. Im Mittelpunkt stehen dabei unser Beitrag für Berlin und die Metropolregion im Bereich Umwelt, Wirtschaft, Bildung, Stadtplanung und Gesundheit sowie unsere dauerhafte und nachhaltige Positionierung als Forschungseinrichtung. Neben der verstärkten Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen ist eines der zentralen Ziele, die Zusammenarbeit mit kleineren und mittelständischen Unternehmen, aber auch mit führenden Konzernen zu intensivieren, damit unsere Forschungsergebnisse breiter und einfacher in die Praxis umgesetzt werden. Wir möchten auch mehr Menschen, Kommunen und politische Entscheidungsträger:innen von unserem Know-how profitieren lassen und ihnen unsere

Unterstützung bei der Lösung der anstehenden Zukunftsaufgaben entlang des gesamten Wasserkreislaufs anbieten.

Doch nun zum vorliegenden Jahresbericht: Die diesjährige Ausgabe beginnt im Abschnitt „Eintauchen“ mit einem Artikel über PFAS, die „Ewigkeitschemikalien“, in Berlin und die Ergebnisse unseres EU Green Deal Projekts PROMISCES. Dieses Projekt ist nicht nur wegen seines brisanten Themas von besonderer Bedeutung. International sind 27 Partner beteiligt und am KWB sind fünf der sechs Forschungsgruppen mit ihren Mitarbeitenden und zahlreichen Studierenden interdisziplinär eingebunden. Durch unser interdisziplinäres Engagement im Rahmen von PROMISCES hat das KWB wertvolle Erkenntnisse über das Vorhandensein von PFAS im Berliner Wasserkreislauf gewonnen und damit einen entscheidenden ersten Schritt zur Beseitigung dieser Stoffe und zur Erreichung einer lokalen, schadstofffreien Kreislaufwirtschaft unternommen. Ab [Seite 10](#) erfahren Sie mehr zu den Erkenntnissen unserer Forschungsarbeit.

Weiter geht es auf [Seite 14](#) mit einem Artikel über das Dual Model als vielversprechendes Werkzeug für aktive Leckageerkennung im Kanal- und Rohrleitungsnetz. Im Leckage-management bei Ver- und Entsorgern besteht erhebliches Verbesserungspotenzial, insbesondere angesichts der drohenden Wasserknappheit, die durch den Klimawandel verschärft wird. Das Dual Model kann bei der frühzeitigen Erkennung von Leckagen helfen und Versorgungsunternehmen unterstützen, Wasserverschwendung zu reduzieren, Energiekosten zu senken, Infrastrukturschäden zu minimieren und die Servicekontinuität zu verbessern.

Ab [Seite 20](#) finden Sie kompakte Neuigkeiten zu einer Auswahl unserer Projekte, bevor im zweiten Abschnitt „Rausschwimmen“ ein Artikel zur Zukunft der Phosphor-Rückgewinnung folgt. Seit fast 15 Jahren forschen, bewerten und begleiten wir das Thema Phosphor- und Nährstoffrecycling. In über 10 Forschungsprojekten mit einem Gesamtvolumen von mehr als 40 Millionen Euro wurden unterschiedliche Phosphorrückgewinnungsverfahren untersucht und pilotiert. Doch wie sieht die Zukunft angesichts der Novellierung der Klärschlammverordnung im Jahr 2017 aus? Die Antwort darauf erhalten Sie ab [Seite 38](#).

Weiter geht es mit der vernetzten Stadt der Zukunft, genauer mit der Verwaltung in der Smart City. In einer zunehmend digitalisierten Wirtschaft und Stadtgesellschaft wird die Frage nach dem „Wie“ der Smart City zentral. Nur durch fundierte Data Governance können Städte die Digitalisierung optimal nutzen und gleichzeitig die gesellschaftlichen sowie individuellen Rechte der Bürger:innen schützen. Ab [Seite 42](#) erfahren Sie mehr darüber, wie wir deutschen Kommunen helfen, ihre Herausforderungen im Bereich Data Governance proaktiv zu bewältigen.

Zum Abschluss beantworte ich ab [Seite 46](#) Fragen zu meinen ersten sechs Monaten am KWB, unseren Beratungsleistungen und meinen Zielen für die Zukunft.

Das KWB ist heute sehr gut aufgestellt. Die Qualität unserer Arbeit ist unser Kapital und entsprechend blicken wir mit Kreativität, Mut und Zuversicht in die Zukunft. Diese positive Perspektive ergibt sich einerseits aus der erfolgreichen wirtschaftlichen Entwicklung des KWB im Jahr 2024. Andererseits verdanken wir unseren Enthusiasmus den engagierten, kompetenten und wissbegierigen Mitarbeitenden, die ideenreich wichtige Zukunftsfragen antizipieren und sich mit der Akquise und Bearbeitung wegweisender nationaler und internationaler Forschungsprojekte für das KWB einsetzen. Einen großen Dank deshalb an die gesamte Belegschaft – insbesondere auch für den überaus herzlichen Empfang in meiner Aufgabe als Geschäftsführerin.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen unseres Jahresberichts. Möge er Sie angesichts der vielen Herausforderungen rund um Wasser und Stadt, Klimawandel und Digitalisierung, die wir als Chancen für Innovationen erkennen, inspirieren und an unserem Enthusiasmus sowie Tatendrang teilhaben lassen.



Dr. Pascale Rouault

Geschäftsführerin | 31. Oktober 2024

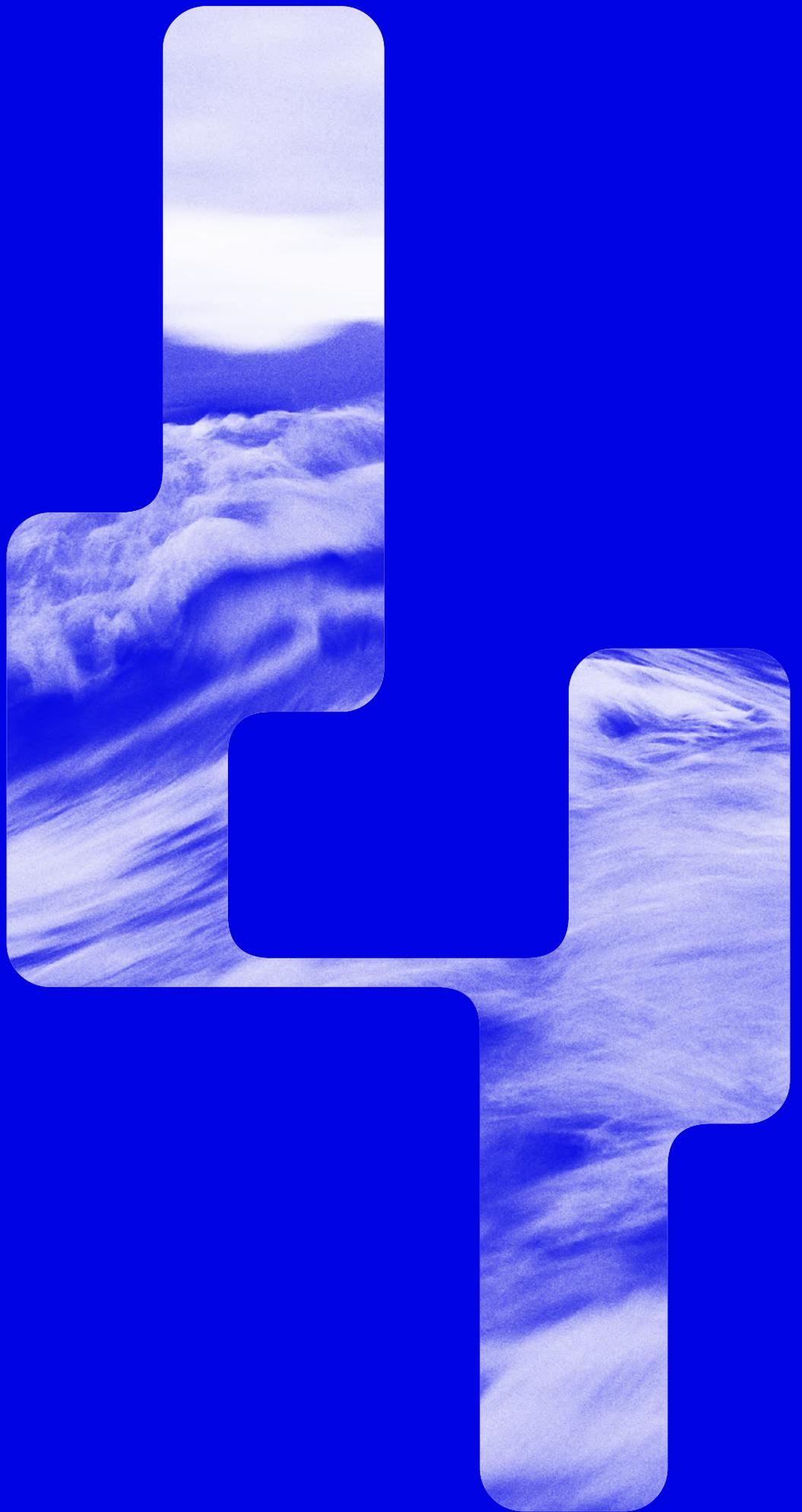


Eintauchen

Tauchen Sie ein und entdecken Sie die neuesten Entwicklungen in der angewandten Forschung am KWB. Erfahren Sie mehr über unsere Erkenntnisse zum Vorhandensein von PFAS im Berliner Wasserkreislauf und das Dual Model, das sich als vielversprechendes Tool zur Leckageerkennung erweist.

Das erwartet Sie:

- ▶ PFAS in Berlin: Was haben wir entdeckt?
- ▶ Das Dual Model als vielversprechendes Tool für aktive Leckageerkennungsprogramme
- ▶ Projektauswahl

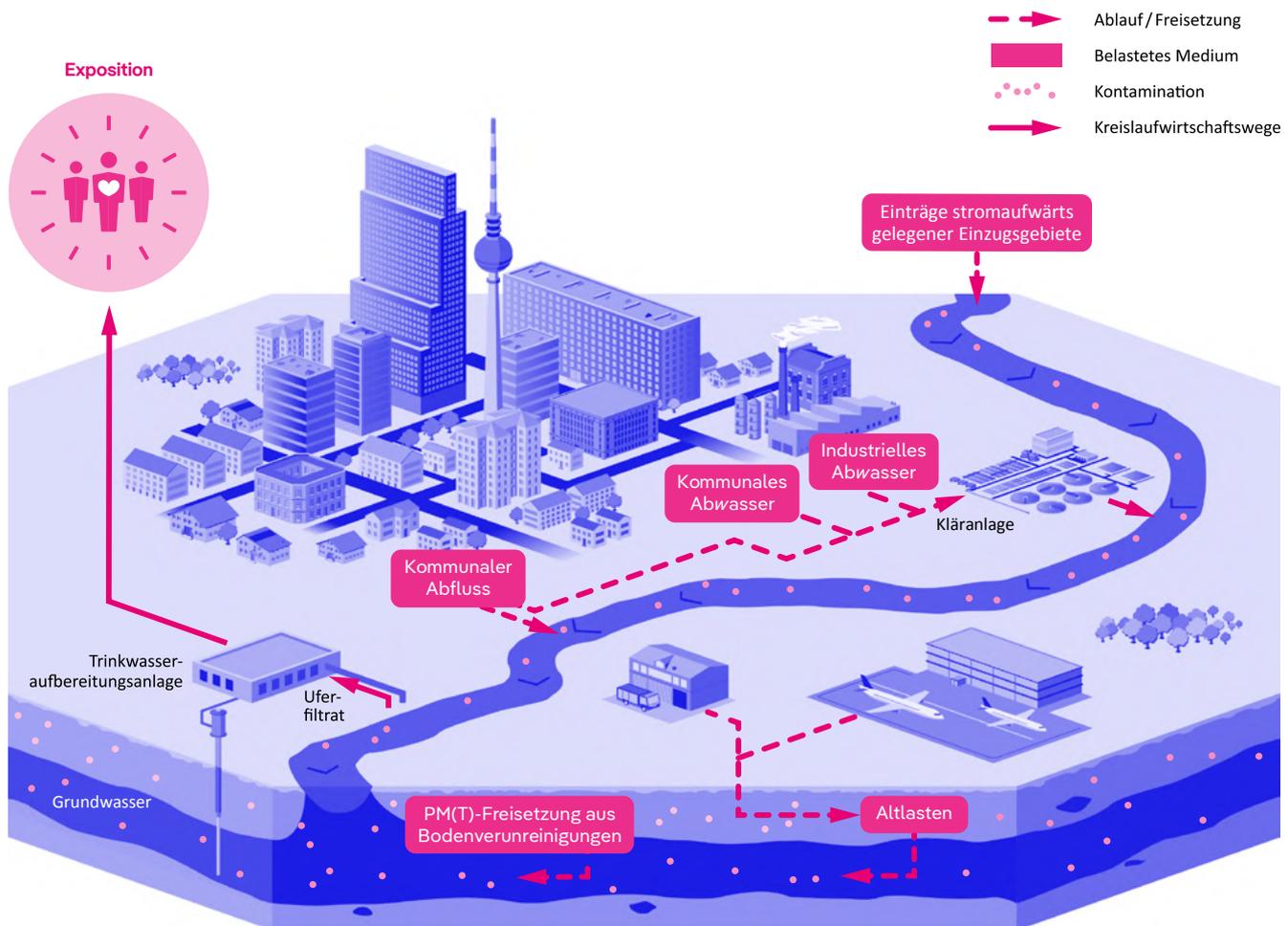


PFAS in Berlin: Was haben wir entdeckt?

Dr. Veronika Zhiteneva

Dr. Daniel Wicke

Dr. Christoph Sprenger



Der teilgeschlossene
Wasserkreislauf der Kreislaufwirtschaft,
der in Berlin im Rahmen von PROMISCES
untersucht wurde

Der europäische Green Deal hat einen Wettlauf um die Förderung der Ressourcennutzung und den Übergang von einer linearen zu einer Kreislaufwirtschaft ausgelöst. Eine potenzielle Herausforderung für das Erreichen der Kreislaufwirtschaftsziele der EU stellt das zunehmende Aufkommen von Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Boden und Wasser dar. Diese anthropogenen und extrem stabilen „Ewigkeitschemikalien“ stehen im Fokus der EU-Forschungs- und Regulierungsagenda. Sie werden in der aktualisierten Trinkwasserrichtlinie (2020/2184) reguliert und bei der Überarbeitung der Richtlinie über Umweltqualitätsnormen für Wasser (2008/105/EG) und der Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG) berücksichtigt. Das Vorkommen von PFAS und anderen industriellen persistenten, mobilen und potenziell toxischen Verbindungen (iPM(T)s) in der Umwelt stellt die EU vor besondere Herausforderungen, da diese nachweislich negative Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit haben.

„Am KWB waren 19 der insgesamt 43 Mitarbeitenden in fünf der sechs Forschungsgruppen aktiv, ebenso wie zahlreiche Studierende, die während der Projektlaufzeit an PROMISCES beteiligt waren.“

Um die Ziele des europäischen Green Deals sowie des Aktionsplans zur Vermeidung von Umweltverschmutzung und des Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft zu erreichen, sind innovative Ansätze notwendig, um das Vorkommen und die Beseitigung dieser Verbindungen zu adressieren. Genau darauf konzentriert sich das PROMISCES-Projekt.

Das Projektteam, unter der Leitung des französischen geologischen Dienstes (BRGM), vereint 27 Partner aus neun Ländern. Gemeinsam untersuchen sie in sieben europäischen Fallstudien das Vorkommen

von PFAS und iPM(T) entlang fünf spezifischer Kreislaufwirtschafts-Routen, in denen Ressourcen wie Wasser oder Nährstoffe recycelt werden. Am KWB waren 19 der insgesamt 43 Mitarbeitenden in fünf der sechs Forschungsgruppen aktiv, ebenso wie zahlreiche Studierende, die während der Projektlaufzeit an PROMISCES beteiligt waren. Dies unterstreicht nicht nur die Vielfalt der Expertise und Forschungsarbeit am KWB, sondern auch den erheblichen Aufwand, der für die Planung, Organisation, Überwachung, Probenahme, Entwicklung, Modellierung und Projektsteuerung der verschiedenen praktischen und technischen Aspekte des Projekts erforderlich war.

Fokus Berlin

Die Fallstudie in Berlin wurde von den Berliner Wasserbetrieben (BWB) geleitet, unter Beteiligung des Umweltbundesamtes, der Bundesanstalt für Gewässerkunde und des KWB. Diese Partner analysierten das Vorkommen von PFAS und iPM(T)s, beispielsweise in indirekten industriellen Einleitungen, und entwickelten einen toxikologischen Bewertungsablauf für diese Stoffe im teilgeschlossenen städtischen Wasserkreislauf Berlins. Das KWB konzentrierte sich auf Monitoring und Modellierung des Verbleibs und Transports von PFAS und iPM(T)s in urbanem Abfluss, Oberflächenwasser und Grundwasser. Besonders wichtig war dabei die Quantifizierung von Schadstoffen im Regenwasserabfluss.

In der Berliner Fallstudie wurden verschiedene Ansätze zur Schließung der Wissenslücke bezüglich PFAS verfolgt. Entlang des städtischen Wasserkreislaufs erfolgten Probenahmen von Abwasser und urbanem Regenwasserabfluss in einem Teilgebiet von Reinickendorf, um Faktoren zu identifizieren, die zu einer Kontamination führen und potenzielle Quellen für Industriechemikalien darstellen könnten. Basierend auf den Überwachungsergebnissen wurde ein geeigneter Modellierungsansatz entwickelt, um das Management des urbanen Wasserkreislaufs zu optimieren, darunter die Fähigkeit, ein breites Spektrum von PFAS zuverlässig zu erkennen. ►



Beprobung des Flughafensees

Monitoring von Regenwasserabfluss und Oberflächenwasser

Im Jahr 2023 wurden in Reinickendorf über 8 Monate Proben von Regenwasserabfluss zweier verschiedener Industriestandorte genommen. In den Regenwasserkanälen dieser Standorte, die das Wasser zum nächstgelegenen Oberflächengewässer, dem Flughafensee, leiten, wurden Durchflussmessgeräte und automatische Probennehmer installiert. Während 24 Regenereignissen wurden Proben so genommen und aufbereitet, dass sie die Durchschnittskonzentrationen der Ereignisse widerspiegeln. Die Analysen ergaben, dass 13 der 26 untersuchten PFAS nachgewiesen wurden, neben anderen PMT-Stoffen.

Um die Relevanz der gemessenen Konzentrationen zu bewerten, wurden diese mit dem Grenzwert für PFAS-Konzentrationen verglichen, der in der aktuellen Überarbeitung der Richtlinie über Umweltqualitätsnormen (2013/39/EU) diskutiert wird. Dieser Grenzwert liegt bei 4,4 ng/L PFOA-Äquivalenten für die Summe von 24 PFAS. Zur Bestimmung des PFOA-Äquivalents wird ein relativer Potenzfaktor (RPF) angewendet, der die gemessenen Konzentrationen von 24 definierten PFAS auf die Toxizität von PFOA normiert.

Die Untersuchung der beprobten Regenwasserabflüsse zeigt, dass die durchschnittlichen PFOA-Äquivalentwerte den vorgeschlagenen Schwellenwert erreichen, während die Höchstwerte diesen um mehr als das Zehnfache übersteigen. Dies deutet darauf hin, dass die Einleitung von Regenwasserabflüssen zu einer Überschreitung des Schwellenwerts in Oberflächengewässern führen kann. Da der Schwellenwert nicht für Regenwasserabfluss, sondern Oberflächengewässer gilt, hängt eine Überschreitung vom Verdünnungsfaktor ab. Allerdings kann bei Regenereignissen der Regenwasseranteil im Gewässer, insbesondere in kleineren städtischen Fließgewässern, durchaus über 50 % betragen.

„Durch unser multidisziplinäres Engagement haben wir wertvolle Einblicke in das Vorhandensein von PFAS im Berliner Wasserkreislauf gewonnen, was einen entscheidenden Schritt zur Beseitigung dieser Stoffe und zur Erreichung einer lokalen Kreislaufwirtschaft ohne Verschmutzung darstellt.“

Zur Bewertung der Auswirkungen von Regenwassereinleitungen auf einen städtischen See wurden Proben aus dem Flughafensee entnommen. Dieser See befindet sich nahe einer Altlast, die durch den langjährigen Betrieb des Flughafens Tegel entstanden ist. Zudem erhält der See Einleitungen von Regenwasserabfluss aus einem Einzugsgebiet, das das zuvor untersuchte Industriegebiet einschließt. Erste Ergebnisse zeigten, dass die PFAS-Konzentrationen im See sogar etwa zehnmal höher waren als im Regenwasserabfluss. Dies könnte entweder auf eine langfristige Akkumulation von Regenwassereinträgen oder auf eine Kontamination durch belastete Grundwasserströme zurückzuführen sein. Um diese Hypothesen weiter zu untersuchen, wurden Proben aus nahe gelegenen Grundwassermessstellen und Seesedimenten genommen.



Abb. A: Beprobung des Flughafensees

Überwachung von Grundwasser und Sedimenten

Das Ziel war dabei, die Rolle des Flughafensees als mögliche Quelle für die Migration von PFAS und anderen iPM(T)s in den angrenzenden Grundwasserleiter zu untersuchen, welcher eine bedeutende Trinkwasserquelle darstellt. Der See, nördlich des ehemaligen Flughafens Tegel gelegen, ist mit einer maximalen Tiefe von 34 m der tiefste See Berlins. Die lokale Grundwasserströmung verläuft von Osten nach Westen, was potenziell zu einem Zufluss des Grundwassers am Ostufer und einem Abfluss am Westufer führt. Aus diesem Grund wurden flache Grundwassermessstellen zuströmig und abströmig des Sees beprobt. Zusätzlich entnahm man ungestörte Sedimentkerne von vier Stellen am Seeboden, um sie auf PFAS und iPM(T)s zu analysieren (siehe [Abbildung A](#)).

Das dunkle, organikreiche und feinkörnige Seesediment (Sapropel) wurde in regelmäßigen Abständen aus dem Kern entnommen und kühl gelagert. Das dafür verwendete Probenahmegerät wurde vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei in Berlin großzügig bereitgestellt. Die Analyse der Sedimentproben auf extrahierbares organisch gebundenes Fluor (EOF) wurde ebenfalls großzügigerweise von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin durchgeführt. Die in der Berliner Fallstudie entwickelten und untersuchten Monitoringansätze werden in mehreren PROMISCES-Beiträgen vorgestellt, und eine Publikation ist derzeit in Vorbereitung.

(Warum) ist es wichtig, zu kommunizieren?

Am 19. Juni 2024 fand in den Räumlichkeiten der Technologiestiftung Berlin eine WasserWerkstatt zu PROMISCES und PFAS statt (Fotos siehe S. 54 ff.). Diese Veranstaltung stieß auf großes Interesse und zog zahlreiche Stakeholder an, darunter Mitarbeitende verschiedener Berliner Bezirksämter sowie anderer Städte in Deutschland, Politiker:innen und lokale Entscheidungsträger:innen. Neben den Beiträgen der PROMISCES-Partner vom KWB (Daniel Wicke) und BWB (Regina Gnirß, Fiona Rückbeil, Frederik Zietzschmann) präsentierte Astrid Klose von der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (assoziiertes Partner in PROMISCES) den aktuellen Wissensstand zu PFAS in Boden und Grundwasser in Berlin. Solche öffentlichen Veranstaltungen zu zentralen Themen des Wasserkreislaufs und der Kreislaufwirtschaft sind entscheidend, um das Bewusstsein zu schärfen und Diskussionen über den bestmöglichen Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit zu fördern.

Wir hoffen, dass wir durch PROMISCES strenge, aber umsetzbare Beschränkungen unterstützen und den Druck auf die Verursacher erhöhen können, damit sie für die Behandlung und Sanierung kontaminierter Gebiete verantwortlich gemacht werden. Durch unser multidisziplinäres Engagement im Rahmen von PROMISCES hat das KWB wertvolle Einblicke in das Vorhandensein von PFAS im Berliner Wasserkreislauf gewonnen, was einen entscheidenden ersten Schritt zur Beseitigung dieser Stoffe und zur Erreichung einer lokalen Kreislaufwirtschaft ohne Verschmutzung darstellt. ●

Das Dual Model als Tool für aktive Leckageerkenntnisprogramme

Dr. Enrique Campbell

Dr. David Steffelbauer

Das Problem der Leckagen in Wasserversorgungsnetzen

Eine zuverlässige Wasserversorgung ist essenziell für das reibungslose Funktionieren jeder Stadt. Dabei bezieht sich „zuverlässig“ sowohl auf die Qualität als auch die Quantität. Im Laufe der Zeit altert und verschlechtert sich die Wasserinfrastruktur, was ihre Effizienz beeinträchtigt. Besonders betroffen sind Rohrleitungen, die ohne geeignete Sanierungsmaßnahmen vermehrt Brüche entwickeln, was zu Leckagen führt und letztlich die Zuverlässigkeit der Wasserversorgung gefährdet.

Da diese Rohre unterirdisch verlegt sind und die Gesamtlänge des Wasserverteilnetzes einer Stadt hunderte bis tausende Kilometer erreicht, gestaltet sich die Erkennung und Reparatur von Schäden für Wasserversorger äußerst schwierig. Dies führt dazu, dass erhebliche Mengen bereits aufbereiteten Wassers in der Verteilung verloren gehen und somit nicht den Kunden in Rechnung gestellt werden können. Folglich können Wasserversorgungsunternehmen ihre Investitionen in die Wassergewinnung, -aufbereitung und -förderung nicht amortisieren, ganz zu schweigen von der Verschwendung der verfügbaren Ressourcen. Laut dem europäischen Verband der nationalen Wasserversorgungsunternehmen EurEau beträgt der Anteil des Non-Revenue-Waters (deutsch:

nicht verrechenbaren Wassers) in Europa durchschnittlich 25 % (EurEau, 2021).

Es gibt ein großes Verbesserungspotenzial im Leckagemanagement von Versorgern, besonders im Hinblick auf das Risiko einer sich abzeichnenden Wasserknappheit, verschärft durch den Klimawandel. Dies wird seit 2020 in der neuen europäischen Trinkwasserrichtlinie (DWD) (European Parliament and Council of the EU, 2020) anerkannt, die fünf Schritte festlegt, die die Mitgliedsstaaten in den nächsten sechs Jahren zur Reduzierung von Leckagen unternehmen müssen.

Die DWD legt folgende Bestimmungen fest:

- Die Mitgliedstaaten müssen insbesondere bei größeren Wasserversorgern, die mindestens 10.000 Kubikmeter pro Tag bereitstellen oder mindestens 50.000 Personen versorgen, Leckageprüfungen durchführen.
- Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind der Kommission bis zum 12. Januar 2026 mitzuteilen.
- Auf Grundlage dieser Prüfungen wird die Kommission bis zum 12. Januar 2028 einen Schwellenwert für Leckagen festlegen.
- Überschreitet der Leckagewert eines Mitgliedsstaats diesen Schwellenwert, muss bis spätestens 12. Januar 2030 ein Aktionsplan erstellt werden, der der Öffentlichkeit jährlich zugänglich gemacht wird.

Wie gehen die Wasserversorgungsunternehmen derzeit mit dem Problem der Leckagen um?

Viele Wasserversorgungsunternehmen verfolgen derzeit einen reaktiven Ansatz bei der Leckagedetektion, indem sie auf Störungsmeldungen von Kund:innen warten, bevor sie Reparaturen durchführen. Dieses Vorgehen führt oft zu plötzlichen Rohrbrüchen, die nicht nur erhebliche Wasserverluste verursachen, sondern auch schwere Schäden an öffentlicher und privater Infrastruktur zur Folge haben können. Die entstehenden Reparaturkosten sind beträchtlich und Reparaturen können sich über Tage oder sogar Monate erstrecken, was die städtischen Funktionen beeinträchtigt, das Risiko von Kontaminationen im Wasserversorgungssystem erhöht und letztlich zu Unzufriedenheit der Nutzer:innen führt.

Das Hauptproblem dieser passiven Strategie liegt darin, dass Lecks oft über längere Zeiträume – Tage, Monate oder sogar Jahre – unentdeckt bleiben, was zu enormen Wasserverlusten führt (siehe Abb. A). Wie können Wasserversorgungsunternehmen dieses Problem effektiver lösen? Die Antwort liegt in einer aktiven Leckmanagement-Strategie, die auf frühzeitige Erkennung setzt. Dies minimiert den Wasserverlust über die Zeit und reduziert das Risiko plötzlich auftretender Leckagen.

Methoden für aktives Leckmanagement

► Akustische Methoden

Unter den verschiedenen eingesetzten Techniken zur Leckortung sind akustische Methoden wie Hörstäbe und Leckgeräuschkorrelatoren bei Wasserversorgungsunternehmen besonders beliebt. Diese Verfahren nutzen die von Lecks erzeugten Geräusche, um deren Positionen zu bestimmen. Obwohl sie bei der frühzeitigen Erkennung von Lecks effektiv sind, gibt es einige Einschränkungen. Sie erfordern gut ausgebildetes Personal und Spezialausrüstung, sind zeitaufwändig und begrenzte personelle und materielle Ressourcen können die zeitliche und räumliche Abdeckung, insbesondere in mittleren und großen Netzwerken, beeinträchtigen. Während das Personal einen Bereich überwacht, können anderswo Lecks oder Rohrbrüche auftreten. Zudem sind diese Methoden bei der Erkennung von Lecks in Kunststoffrohren, die immer häufiger verwendet werden, weniger effektiv.

Abb. A: Kategorien von Leckagen in Anlehnung an das BABE-Konzept (adaptiert von Thornton et al., 2008) und deren Auswirkungen



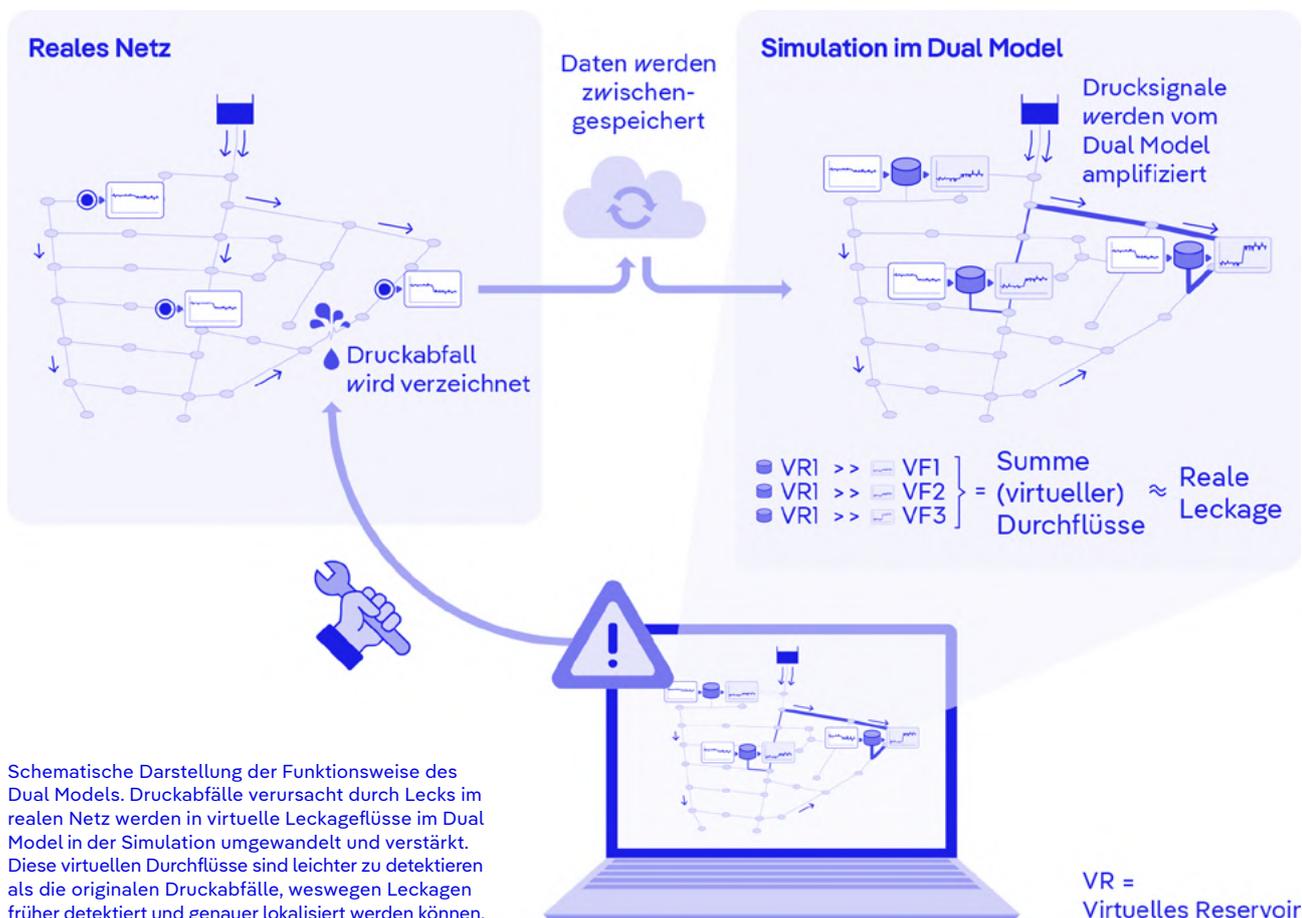
	Gemeldet	Nicht gemeldet	Hintergrund
Non-Revenue-Water	●	●	●
Kontaminationsgefahr	●	●	●
Energieverschwendung	●	●	●
Schaden an Infrastruktur	●		

► Datengesteuerte Lösungen

Um die Skalierungsprobleme der akustischen Methoden zu überwinden, bietet die Überwachung und Analyse von Druck- und Durchflussdaten im Netz eine Alternative. Leckagen verursachen neben Geräuschen auch einen Anstieg des Durchflusses und einen Druckabfall. Sensoren, die an kritischen Punkten im Netz installiert sind, können diese Veränderungen erkennen. Mithilfe fortschrittlicher Datenanalysetechniken können Lecks so frühzeitig erkannt werden. Dies stellt das Prinzip datengesteuerter Methoden dar. Jedoch kann die ausschließliche Verwendung von Sensoren nur den nächstgelegenen Sensor zum Leck bestimmen, nicht aber den genauen Ort. Ein Beispiel für einen solchen Ansatz ist der Algorithmus LILA (Daniel et al., 2022).

► Modellbasierte Lösungen

Modellbasierte Methoden erweitern die Möglichkeiten datengestützter Ansätze, indem sie Durchfluss- und/oder Druckmessungen mit Simulationsmodellen kombinieren. Das grundlegende Konzept besteht in der iterativen Simulation eines hypothetischen Lecks (dargestellt als Durchfluss über die Zeit) an jedem Punkt des Netzes mithilfe eines hydraulischen Simulationsmodells. Bei jeder Iteration werden die gemessenen und simulierten Werte verglichen. Die Iteration, bei der die realen Daten den simulierten am nächsten kommen, zeigt die wahrscheinlichste Leckstelle an. Fortschritte in der Computer- und Datenübertragungstechnik im letzten Jahrzehnt haben das Interesse an diesen Lösungen erheblich gesteigert. In den letzten Jahren haben modellbasierte Methoden eine hohe Effektivität bei der Erkennung und Lokalisierung von Lecks in wissenschaftlichen Studien gezeigt, selbst in ausgedehnten Netzen. Die in diesem Artikel vorgestellte modellbasierte Lösung belegte 2020 den ersten Platz im Wettbewerb „Battle of Leakage Detection“ (Vrachimis et al., 2022).



► Das Dual Model

Der duale Modellansatz hebt sich unter den modellbasierten Methoden dadurch hervor, dass er die traditionellen Ansätze erweitert. Er integriert direkt die Druckmessungen vorhandener Sensoren in das hydraulische Modell des Wasserverteilungsnetzes, wodurch wiederholte Vergleiche zwischen gemessenen und simulierten Werten überflüssig werden. In dieser Integration werden die Drucksensoren des realen Netzes als virtuelle Reservoirs im EPANET-Hydraulikmodell dargestellt. In der Simulation entsprechen die Füllstände dieser virtuellen Reservoirs den von den Sensoren erfassten Druckwerten. Diese Umwandlung verwandelt das ursprüngliche Modell (Primärmodell) in ein duales Modell, wobei reale Druckwerte, die normalerweise als Variablen behandelt werden, nun als Randbedingungen genutzt werden.

„Es gibt ein großes Verbesserungspotenzial im Leckagemanagement von Versorgern, besonders im Hinblick auf das Risiko einer sich abzeichnenden Wasserknappheit, verschärft durch den Klimawandel.“

Tritt ein Leck im Wasserverteilungsnetz auf, steigt der Durchfluss proportional zum aktuellen Druck im Netz. Dieser erhöhte Durchfluss verursacht höhere Reibung an den Rohrwänden, was einen Druckabfall zur Folge hat. Je näher ein Drucksensor sich an der Leckstelle befindet, desto ausgeprägter ist der Druckabfall in den Messungen. Ein großes Leck bewirkt einen erheblichen Druckabfall, während ein kleineres oder beginnendes Leck (z.B. weniger als 2 l/s) einen geringeren Druckabfall verursacht.

In einem leckfreien Szenario sollten die Pegelunterschiede zwischen dem virtuellen Durchfluss des dualen Modells und dem des Wasserverteilungsnetzmodells gegen Null tendieren. In diesem Fall wird das Primärmodell als hydraulisch identisch mit dem dualen Modell betrachtet. Bei einem Leck erzeugen jedoch die Pegelabfälle in den virtuellen Reservoirs ein Druckgefälle gegenüber dem Netz, was zu einem Übergang von Durchflüssen zu den virtuellen Reservoirs führt (virtuelle Durchflüsse). Diese virtuellen Durchflüsse verstärken das

von den Drucksensoren aufgezeichnete Drucksignal in der Realität.

Wenn das Simulationsmodell das reale Netz präzise widerspiegelt und die tatsächlichen Bedingungen nachbilden kann, sollte die Summe der virtuellen Durchflüsse im Wasserversorgungsnetzmodell dem tatsächlichen Wasserverlust durch das Leck genau entsprechen. Die Summe der durch die Simulation erzeugten virtuellen Durchflüsse liefert im Wesentlichen eine zuverlässige Rekonstruktion des tatsächlichen Lecks. Diese virtuelle Leckage zeigt nicht nur den Beginn der Leckage an, sondern auch deren Ausmaß (maximaler Durchfluss und Dauer). Diese Eigenschaft ist ein wesentlicher Vorteil des Dual Models im Vergleich zu anderen modellbasierten Lösungen, die oft auf komplexen mathematischen Optimierungsverfahren beruhen. Die den Leckstellen am nächsten gelegenen virtuellen Reservoirs zeigen im Vergleich zum restlichen Netz einen stärkeren Pegelgradienten, was zu höheren virtuellen Durchflüssen führt. Diese Diskrepanz bietet wertvolle Einblicke in die Lage des Lecks und hilft, das Suchgebiet effektiv einzugrenzen.

Mit der virtuellen Leckage und einer ersten Schätzung ihrer Lage kann eine einfache Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um ihre genaue (oder sehr nahe) Lage zu bestimmen. Dazu wird für jede mögliche Leckageposition eine Simulation des Dual Models durchgeführt. In jeder Iteration wird das virtuelle Leck in der Mitte der in Frage kommenden Leitung positioniert. Der durch das virtuelle Leck verursachte überschüssige Durchfluss erhöht den Druckverlust im Netz und senkt die Wasserstände an den Knotenpunkten. Diese Pegelstände gleichen sich – ähnlich einem leckfreien Zustand – immer mehr an die Pegel der virtuellen Reservoirs an, wodurch das Druckgefälle zwischen dem Wasserversorgungsnetz und den virtuellen Reservoirs sowie die virtuellen Durchflüsse aufgehoben oder minimiert werden. Die Iteration, bei der die Summe der virtuellen Durchflüsse am geringsten ist, zeigt den Leitungsabschnitt, in dem das Leck am wahrscheinlichsten ist.

Das Dual Model hat sich nicht nur bei der Erkennung von Leckagen bewährt, sondern es konnte auch Leckagen bis zu einer Größe von 2 l/s unter beinahe realen Bedingungen in einem österreichischen Wasserversorgungsnetz erfolgreich identifizieren (Nordahl et al., 2022), einschließlich der Erkennung von anomalen Durchflüssen durch geöffnete Hydranten. Wie bereits erwähnt, ist die Genauigkeit des hydraulischen Modells des Netzwerks entscheidend für den Erfolg dieser Methode. ►

Dennoch bleiben hinsichtlich der Zuverlässigkeit verschiedene Fragen offen:

- Wie zuverlässig ist die Methode bei erheblichen Unsicherheiten in der Kalibrierung des hydraulischen Modells?
- Was geschieht, wenn die Drucksensorabdeckung suboptimal ist und vorhandene Sensoren nicht in der Lage sind, Druckänderungen durch potenzielle Lecks zu erfassen?
- Welche Auswirkungen haben qualitativ minderwertige oder ungenaue Messdaten auf die Ergebnisse?

Diese Fragen werden derzeit im Rahmen des iOLE-Projekts (siehe S. 30) untersucht, dessen Hauptziel die Entwicklung einer benutzerfreundlichen und robusten intelligenten Online-Plattform zur Erkennung und Lokalisierung von Lecks ist. Diese Plattform nutzt eine synergetische Kombination der Algorithmen Dual Model und LILA, also das Beste aus zwei Welten, datenbasierter und modellbasierter Leckagedetektion.

Sollten Wasserversorgungsunternehmen aktive Leckagestrategien umsetzen?

Aus den vorgestellten Fakten ergibt sich, dass eine aktive Strategie zum Leckagemanagement für Wasserversorgungsunternehmen äußerst vorteilhaft wäre. Dennoch sind solche Strategien erstaunlich selten anzutreffen. Dies wirft folgende Frage auf: Warum zögern Wasserversorgungsunternehmen, diese klaren Vorteile zu nutzen? Ein wesentlicher Grund sind die hohen Kosten und technischen Herausforderungen bei der Umsetzung.

Effektive akustische Methoden erfordern gut geschultes Personal und teure Ausrüstung. Ebenso benötigen datenbasierte und modellbasierte Lösungen Sensoren, die empfindlich genug sind, um minimale Druck- und Durchflussschwankungen zu erfassen. Bei modellbasierten Ansätzen muss ein hydraulisches Modell die realen Bedingungen genau widerspiegeln, was eine präzise Kalibrierung von Netzparametern wie Rohrrauigkeit und Verbrauchsmustern erfordert. Leider fehlt es vielen Wasserversorgungsunternehmen an den notwendigen Daten für diese Kalibrierung.

Da gemessene Werte über die Zeit mit den simulierten verglichen werden müssen, sind diese Methoden zudem sehr rechenintensiv. Viele Verfahren neigen auch dazu, Fehlalarme zu erzeugen, was ihre Attraktivität für Versorgungsunternehmen weiter mindert. Dennoch sollte die Integration solcher Lösungen als langfristige Investition betrachtet werden. Bei einer Kosten-Nutzen-Analyse zur Implementierung einer aktiven Leckagestrategie sind folgende Fragen entscheidend:

Welche Einsparungen sind durch die Reduzierung von Wasserverlusten möglich? Wie viel könnte bei den Reparaturkosten durch Rohrbrüche eingespart werden? Inwiefern könnten CO₂-Emissionen durch verringerten Energiebedarf beim Pumpen reduziert werden? Wie wird diese Lösung die Zuverlässigkeit der Wasserversorgung verbessern? Wie trägt sie zur Erfüllung der DWD bei? Wie steht der zu erwartende finanzielle Nutzen im Verhältnis zu den Kosten für Umsetzung und Wartung der Strategie?

Durch die Beantwortung dieser Fragen können Wasserversorgungsunternehmen fundierte Entscheidungen über die Machbarkeit und den Wert aktiver Leckagemanagementstrategien treffen.

Die Zukunft der Leckageerkennung mit dem Dual Model

Zusammenfassend ist die Implementierung eines aktiven Leckagemanagementprogramms trotz bestehender Herausforderungen eine äußerst wirksame Strategie zur Bekämpfung von Leckagen in Wasserversorgungsnetzen. Dieser Ansatz kann erhebliche Kosteneinsparungen ermöglichen und die betriebliche Effizienz von Wasserversorgungsunternehmen steigern, während gleichzeitig die Einhaltung der DWD sichergestellt wird.

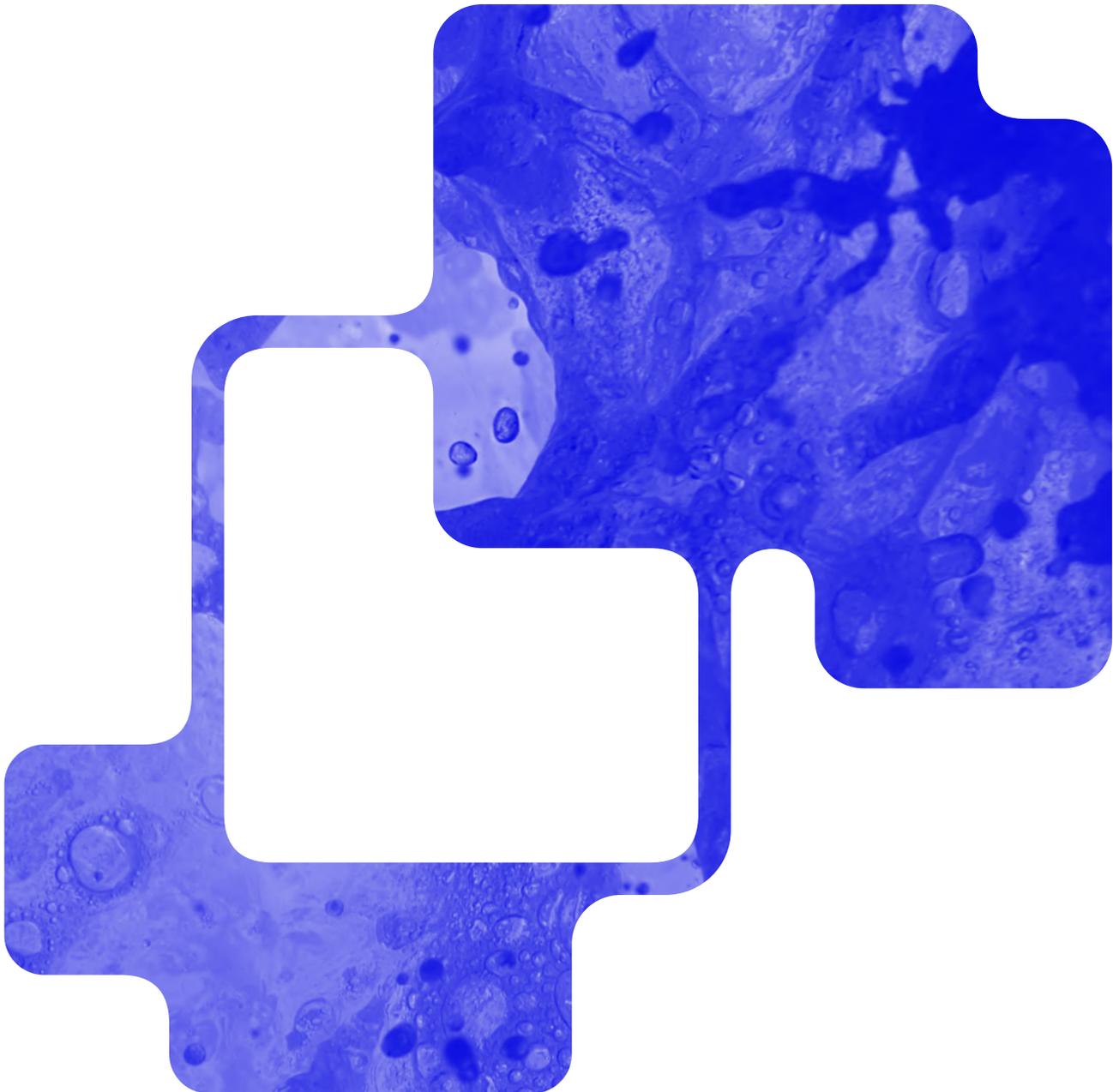
Durch die frühzeitige Erkennung von Leckagen können Versorgungsunternehmen Wasserverluste reduzieren, Energiekosten senken, Infrastrukturschäden minimieren und die Servicekontinuität verbessern. Dies kommt nicht nur den Versorgungsunternehmen selbst zugute, sondern verbessert auch die Zuverlässigkeit der Wasserversorgung für ihre Kund:innen.

Eine benutzerfreundliche, intelligente Online-Leakage-Plattform wie die des Projekts iOLE, die mit dem Dual Model und LILA arbeitet, kann dieses Ziel effizient unterstützen. ●



Projektauswahl

- ▶ CITY BLUES
- ▶ BOOST-IN
- ▶ LASSO-2
- ▶ MISA
- ▶ IOLE
- ▶ IMPETUS



City Blues

Projektvolumen

2.954.000 € (Gesamtvolumen),
gefördert durch Interreg Baltic Sea Region (EU)

Partnerinstitutionen

Stadt Tampere; Stadt Malmö; Stadt Tartu;
Universität Stavanger; Technische Universität
Tallinn; Aarhus Kommune

Kontakt

Paul Schütz

Jan Schütz

Lisa Junghans

Dr. Nicolas Caradot

Dr. Andreas Matzinger

► (I) Blau-grüne Infrastruktur-Maßnahmen sind wahre Vielseitigkeitswunder, die eine Vielzahl von Planungszielen abdecken können. Neben dem Schutz vor Überflutungen, der Minderung urbaner Hitzeinseln und dem Gewässerschutz tragen sie auch zur Schaffung sozialer Räume, zur Steigerung der Aufenthaltsqualität und zur Förderung der Biodiversität bei.

Von Pflanzen und Pfützen: Wie blau-grüne Infrastruktur uns hilft, die Stadt klimaresilienter zu machen

Zahlreiche Städte und Kommunen in Deutschland und weltweit stehen vor erheblichen Herausforderungen aufgrund der zunehmenden Urbanisierung und ihrer kritischen Wechselwirkungen mit dem Klimawandel. So werden etwa die negativen Folgen der verstärkten Flächenversiegelung immer gravierender: Häufigere Überschwemmungen durch Starkregenereignisse, Erosionen durch Flusshochwasser und langanhaltende Hitze- und Dürreperioden belasten sowohl die Stadtbewohner:innen als auch die Ökosysteme.

Das Forschungsprojekt City Blues hat das Ziel, Lösungsansätze für die durch den Klimawandel verursachten Belastungen zu entwickeln. Im Fokus stehen Maßnahmen der blau-grünen Infrastruktur (BGI), die natürliche und künstliche Elemente kombinieren, um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern.

In Zusammenarbeit mit skandinavischen und baltischen Partnern aus Städten, Kommunen und Forschungseinrichtungen wird ein umfassendes Modell zur Planung, Umsetzung und Instandhaltung von BGI-Maßnahmen entwickelt. Dieses Modell wird in fünf Partnerstädten konkret in Bauprojekten umgesetzt und getestet. Die Partnerstädte sind Tampere in Finnland, Malmö in Schweden, Tartu in Estland, Stavanger in Norwegen und Aarhus in Dänemark.

Das KWB widmet sich im Rahmen von City Blues der Leistung und Instandhaltung von BGI-Maßnahmen. Ziel ist es, innovative Methoden zu entwickeln, um die Leistung dieser Maßnahmen stadtweit präzise zu erfassen und darauf basierende Wartungskonzepte abzuleiten. Letztlich wird City Blues optimierte Instandhaltungskonzepte für BGI-Maßnahmen entwickeln, um finanzielle und personelle Ressourcen zu schonen, die Leistungsfähigkeit der BGI-Maßnahmen zu erhalten und Ausfälle zu vermeiden. City Blues möchte sicherstellen, dass die BGI-Maßnahmen nicht nur kurz nach der Errichtung die erwartete Leistung erbringen, sondern auch langfristig funktionsfähig bleiben, um die Transformation der städtischen Regenwasserbewirtschaftung in Hinblick auf die Klimaanpassung nachhaltig zu unterstützen.

Für ein effektives Instandhaltungskonzept muss die Funktion der BGI-Maßnahmen vorab definiert werden. BGI sind wahre Vielseitigkeitswunder, die unterschiedlichste Funktionen erfüllen können ► (I). Eine der Hauptfunktionen in urbanen Gebieten ist der Überflutungsschutz. Hier kann die Leistung von BGI-Maßnahmen anhand von Parametern wie Verdunstung, Versickerung und Rückhaltung von Regenwasser gemessen werden. Angesichts

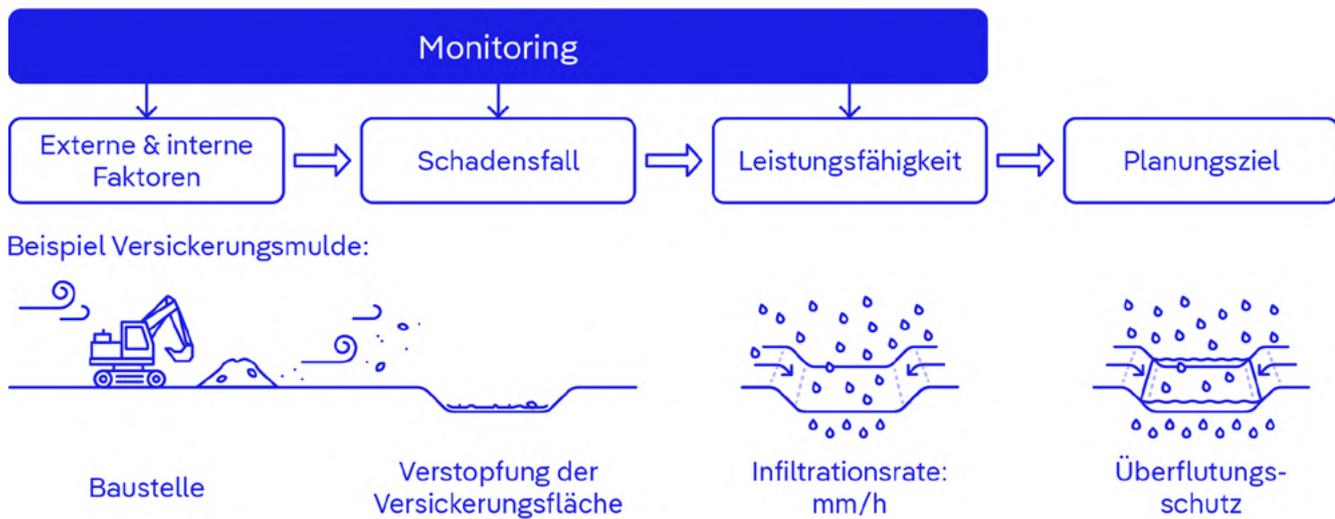


Abb. A: Aufbau von BGI-Maßnahmen am Beispiel der Versickerungsmulde

► (2) BGI-Maßnahmen können nahezu überall im öffentlichen und privaten Raum integriert werden. Sie reichen von einfachen Versickerungslösungen wie Mulden und Rigolen über Fassadenbegrünung bis hin zu Dachbegrünungen. Auch künstliche Wasserflächen und die Regenwassernutzung zählen zu den BGI-Maßnahmen.

der Vielzahl an BGI-Maßnahmen ► (2), von Versickerungsmulden über Fassadenbegrünung bis zu Gründächern, weisen diese unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich ihrer Leistungsparameter auf. So steht bei Gründächern die Wasserrückhaltung im Vordergrund, Versickerung findet gar nicht statt. Bei Mulden hingegen ist die Versickerungsleistung der bestimmende Parameter.

Die Leistungsparameter der BGI-Maßnahmen werden in der Praxis jedoch häufig durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Dazu zählen klassische Schadensfälle wie die Verstopfung von Versickerungsflächen in Mulden und Rigolen. Auch häufig auftretende Vegetationsprobleme, wie z.B. abgestorbene Pflanzen auf Gründächern, können die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Zudem kann das Auftreten von Schäden durch bauliche Faktoren, wie eine unzureichende Dimensionierung des Abflusses, negativ beeinflusst werden. Neben diesen baulichen Aspekten können auch umweltbedingte und menschliche Faktoren zu einem Versagen der Maßnahmen führen. Trockenperioden können die Vegetation der BGI-Maßnahmen beeinträchtigen, während die Ansammlung von Abfällen oder die Nähe zu staubigen Baustellen zu Verstopfungen des Abflusses führen können.

Dieser Einblick in die verschiedenen Schadensfälle sowie die internen und externen Faktoren, die die unterschiedlichen BGI-Maßnahmen beeinflussen, verdeutlicht, dass die Leistungsmessung von BGI-Maßnahmen ein komplexes Unterfangen ist und einer intensiveren Untersuchung bedarf (siehe Abb. A). Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen für das KWB im Projekt City Blues:

- Wie wirken sich Schadensfälle auf die Leistung von BGI-Maßnahmen aus?
- Wie wirken sich Instandhaltungsmaßnahmen auf die Leistung von BGI-Maßnahmen aus?
- Wie können gewonnene Erkenntnisse in die täglichen Instandhaltungskonzepte von Wasserversorgern und Kommunen integriert werden?
- Welche Monitoring-Methoden sind geeignet, um den Zustand einer BGI-Maßnahme zu bewerten?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen werden im Rahmen von City Blues verschiedene Monitoring-Methoden in den Partnerstädten angewendet. Wie in [Abbildung B](#) dargestellt, handelt es sich dabei um Methoden, wie Befragungen und Citizen Science. Diese sind relativ einfach durchzuführen und liefern Informationen über Indikatoren wie den Zustand der Bepflanzung oder eine Vermüllung der BGI-Maßnahme. Anhand dieser Indikatoren lassen sich spezifische Leistungsparameter ableiten.

Darüber hinaus werden auch bodengebundene Monitoring-Methoden getestet. Diese oft technisch anspruchsvollen Verfahren beinhalten konventionelle Sensoren, beispielsweise zur Messung des Abflusses eines Gründachs mithilfe von Durchflussmessern in Kombination mit Niederschlagsmessungen. Sie liefern präzise Leistungsparameter, wie den prozentualen Regenwasserrückhalt eines Gründaches. In diese Kategorie fällt auch spezielle Messtechnik wie Infiltrometer, die genaue Kennwerte zur Versickerungsleistung einer Mulde liefern.

Die dritte zu testende Monitoring-Methode ist Remote Sensing & Earth Observations, die nicht bodengebundene Sensorik umfasst, sprich Daten von Satelliten und Drohnen. Diese innovative Methode ermöglicht großflächige Auswertungen im Untersuchungsgebiet.

Die Erkenntnisse aus den Monitoringkampagnen werden tiefere Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Schadensfällen, externen Faktoren und der Leistung der BGI-Maßnahme bieten. Hierfür sollen verschiedene Modelle wie zum Beispiel eine Fehlerbaumanalyse eingesetzt werden.

Zukünftig werden individuelle Instandhaltungskonzepte für BGI-Maßnahmen eine entscheidende Rolle für Kommunen und Wasserversorger spielen. Das KWB möchte durch innovative Monitoring-Methoden, die Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsgruppen und nutzbare Formate für Anwender:innen hierbei einen bedeutenden Beitrag bieten.

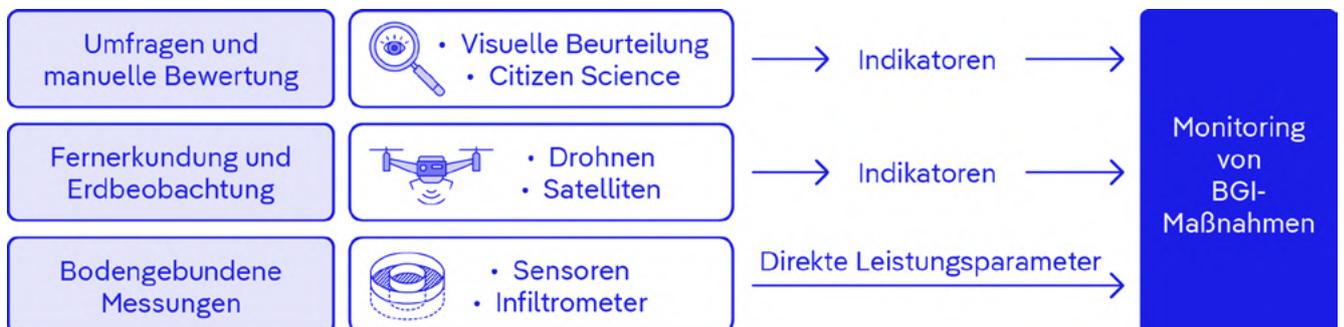


Abb. B: Verschiedene Monitoring-Methoden zur Zustandsermittlung von BGI-Maßnahmen

Projektvolumen

1.799.819,30 € (Gesamtvolumen),
finanziert durch die Europäische Union

Partnerinstitutionen

Bioazul S. L.; Ecofilae SAS; Alma Mater Studiorum – Università di Bologna; National Technical University of Athens; DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.; Fresh Thoughts Consulting GmbH; Zentrum für Soziale Innovation GmbH; Agricultural and Environmental Solutions - Agenso; Water Europe; Bulgarian Water Association; Isle Utilities Ltd.

Kontakt

Dr. Anne Kleyböcker
Dr. Christian Remy
Fabian Kraus

Gezielte Markteinführung von innovativen Lösungen im Bereich Wasser und Kreislaufwirtschaft

Europa will bis 2050 klimaneutral werden. Dank des Green Deals wurde in den letzten Jahren die Entwicklung von kreislaufwirtschaftlichen Technologien stark vorangetrieben. Obwohl viele dieser Technologien bereits sehr gute Ergebnisse liefern, gestaltet sich die Markteinführung oft als schleppend. Ursachen hierfür sind häufig eine mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz, die geringe Bekanntheit der Technologien, fehlende Geschäftsmodelle und ein unzureichender gesetzlicher Rahmen für deren Anwendung.

Um die Markteinführung innovativer Technologien und Lösungen zu fördern, setzt das Projekt BOOST-IN auf ein gesellschaftliches Umdenken in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft. Ziel ist es, die Kluft zwischen Forschung und Markteinführung von Innovationen im Wassersektor zu schließen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf der Wasserwiederverwendung sowie der Rückgewinnung von Energie und Materialien, wie beispielsweise Nährstoffen.

In der Praxis fehlen oft finanzielle Anreize zur Implementierung dieser Innovationen. Manchmal sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu vage und sowohl Fachleuten als auch Endverbraucher:innen mangelt es an Wissen über die hohe Qualität der technisch erreichbaren Produkte. BOOST-IN zielt darauf ab, europaweite Qualitätsstandards zu definieren und klare Verfahren zur Erlangung des „End-of-Waste“-Status für zurückgewonnene Produkte zu etablieren, um deren Markteinführung zu erleichtern. In europaweiten Workshops werden unter der Leitung des KWB Qualitätsstandards und einheitliche Kriterien zur Erlangung des End-of-Waste-Status' für ausgewählte Produkte erarbeitet.

Das BOOST-IN-Konsortium sammelt, untersucht und bewertet zudem zahlreiche innovative Lösungen aus europäischen Forschungs- und Innovationsprojekten. Vielversprechende Konzepte werden eingehend auf ihren Beitrag zur Nachhaltigkeit analysiert, wobei das KWB Ökobilanzen der Verfahren erstellt. Darüber hinaus wird der Transfer dieser Konzepte in die Praxis gezielt durch die Entwicklung von Geschäftsmodellen und -plänen sowie durch ein Matchmaking zwischen Innovationsanbietern und Anwender:innen unterstützt. Um die erfolgreiche Markteinführung zu gewährleisten, wird BOOST-IN die bestehende Plattform „Water Europe Marketplace“ (<https://mp.watereurope.eu/>) erweitern und als Vernetzungs- und Informationsplattform für Innovator:innen, Betreibende und Investor:innen weiterentwickeln. Der Water Europe Marketplace enthält u.a. eine Innovationsdatenbank („Technology Evidence Base“), die bereits vom KWB in den EU-Projekten NextGen und ULTIMATE entwickelt und aufgebaut wurde. Die Funktionsweise und Anwendung jeder Technologie wird erklärt und mit Daten untersetzt, ähnlich einem Wikipedia-

Artikel. Zusätzlich werden für jede Technologie Ergebnisse aus dem Betrieb der Pilot- oder großtechnischen Anlagen präsentiert, ergänzt um Kontaktinformationen zu den jeweiligen Betreibern. Das KWB wird wesentlich zur Auswahl und Bestandsaufnahme der Innovationen beitragen und den Water Europe Marketplace mit Wissen und Optionen zur Vernetzung von Akteur:innen bereichern.

In sechs europäischen Regionen in Spanien, Griechenland, Deutschland, Frankreich, Italien und Bulgarien werden Workshops durchgeführt, um Fachleute und die Öffentlichkeit zu informieren und die Akzeptanz zu fördern. Zusätzlich werden Maßnahmenpläne für die Markteinführung der Innovationen entwickelt und Empfehlungen für lokale Entscheidungstragende erarbeitet. In Deutschland liegt der Fokus auf dem Nährstoffrecycling in der Region Niedersachsen, wo ein erheblicher Nährstoffüberschuss aufgrund intensiver Tierhaltung besteht. Hier bieten sich die gekoppelte Rückgewinnung von Nährstoffen und Energie aus dem Abwasser sowie die Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft an.

Auf EU-Ebene wird BOOST-IN ein aktives Netzwerk aus verschiedenen Interessensgruppen aufbauen, Schulungen und Weiterbildungen für Fachleute anbieten sowie Empfehlungen für die Politik aussprechen. Damit leistet BOOST-IN einen wichtigen Beitrag zur Markteinführung innovativer kreislaufwirtschaftlicher Technologien und zur Erreichung der Ziele des Green Deals.

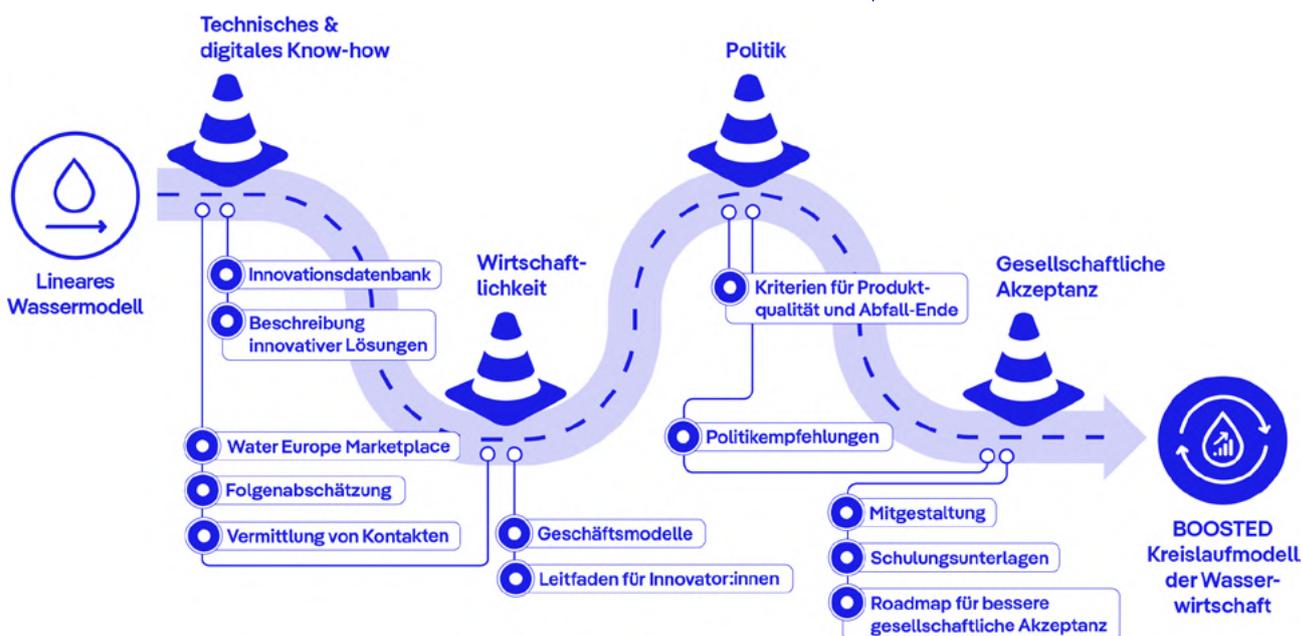


Abb. A: Vom linearen Wassermodell hin zum BOOSTED Kreislaufmodell der Wasserwirtschaft

LASSO-2

Projektvolumen

70.000 €, finanziert durch die Berliner Wasserbetriebe

Partnerinstitutionen

Berliner Wasserbetriebe

Kontakt

Jonas Hunsicker
Dr. Christian Remy
Yuki Bartels

Obwohl die theoretischen Grundlagen zur Lachgasbildung in Klärwerken bekannt sind, bleibt die Abschätzung der tatsächlichen Emissionen unter konkreten Betriebsbedingungen schwierig. Langzeitmessungen vor Ort sind daher unerlässlich, um das Emissionsgeschehen zu erfassen und entsprechende Reduktionsmaßnahmen zu entwickeln.

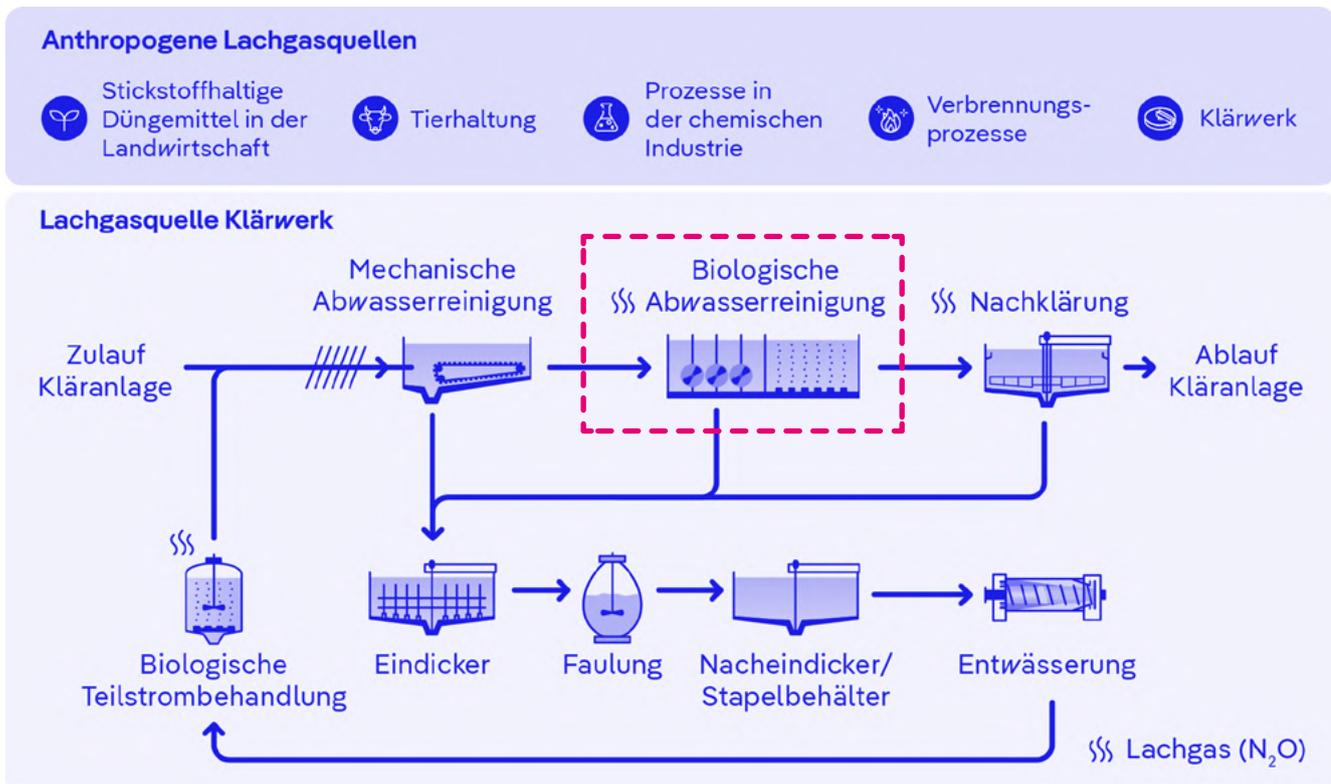
Leider nicht lustig: Lachgas

Lachgas (N_2O) gehört neben den bekannteren Treibhausgasen Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Methan (CH_4) zu den bedeutenden Emissionen. In CO_2 -Äquivalenten betrachtet ist N_2O 265-mal klimaschädlicher als CO_2 , was selbst geringe Emissionsmengen relevant macht. Studien zufolge trägt Lachgas rund 6 % zum globalen Treibhauseffekt bei und hat somit erheblichen Einfluss auf den Klimawandel.

Anthropogene Lachgasemissionen resultieren hauptsächlich aus der Nutzung stickstoffhaltiger Düngemittel in der Landwirtschaft, der Tierhaltung, der Kunststoffherstellung und bestimmten Verbrennungsprozessen. Ein weiterer Anteil dieser Emissionen wird punktuell über Klärwerke in die Atmosphäre freigesetzt (siehe Abb. A). Die Bildung von N_2O wird dort durch technische (z.B. Belüftung), chemische (z.B. Wassermatrix) und biologische (z.B. Biozönose) Prozesse sowie durch saisonale Temperaturschwankungen beeinflusst.

Im Projekt LASSO-1 hat das KWB ein Messkonzept entwickelt, das N_2O -Emissionen und andere relevante Parameter präzise an einer Stelle des Belebungsbeckens über eine Haubenmessung erfasst. Die gewonnenen Daten wurden von unseren Expert:innen ausgewertet und eine erste Bewertung der Lachgasemissionen in einem Berliner Klärwerk durchgeführt. Das Folgeprojekt LASSO-2 optimiert die robuste und zuverlässige Messmethode für Lachgasemissionen aus einem Belebungsbecken weiter. Die Messmethode

Abb. A: Übersicht über anthropogen bedingte Lachgasquellen allgemein und auf einem Klärwerk



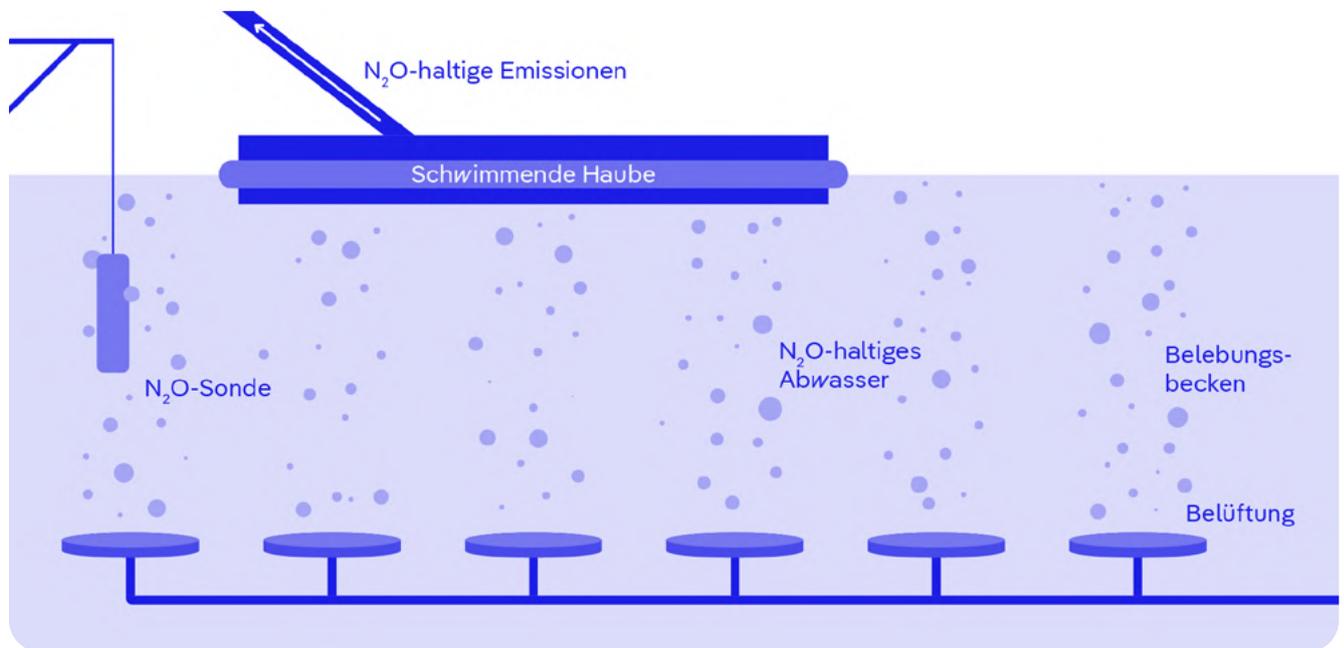


Abb. B: Aufbau der parallelen N_2O -Messung im Belebungsbecken über Haube in der Gasphase und Sonde in der Flüssigphase

über Gashaube wird durch Sensoren ergänzt, die gelöstes N_2O in der flüssigen Phase, also direkt im Wasser messen können (siehe Abb. B). Dieses Verfahren ist in der Betreuung und im Aufbau weniger aufwändig und daher ideal für eine Langzeitmessung geeignet. Allerdings muss die tatsächliche Emission von N_2O über Gleichungen zum Stoffaustausch Luft/Wasser berechnet werden. Durch den Abgleich der Ergebnisse von Gasmessung mit der Haube und Flüssigmessung wird in LASSO-2 die Validität der Emissionsberechnung über die Flüssigmessung überprüft.

Durch die Vereinfachung der Messtechnik in LASSO-2 kann das KWB künftig effizient andere Klärwerke in Berlin und darüber hinaus auf N_2O -Emissionen untersuchen. Die Erkenntnisse aus dem Projekt tragen wesentlich zum besseren Verständnis der Lachgasbildung bei und unterstützen die Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion von Lachgasemissionen aus Klärwerken.

Die Ergebnisse der Langzeitmessung sind für die Klimaschutzstrategie der Berliner Wasserbetriebe (BWB) von großer Bedeutung. Zudem fordert auch die neue Kommunalabwasserterrichtlinie der EU (KARL) langfristig eine Überwachung der Lachgasemissionen für alle Großkläranlagen, also auch die der BWB.

Projektvolumen

595.000 € (Gesamtvolumen Phase 1-6),
398.000 € (Projektbaustein KWB Phase 1-6)

Partnerinstitutionen

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr,
Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU);
Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt Dr. Frank
Schumacher

Kontakt

Franziska Knoche
Malte Zamzow
Dr. Andreas Matzinger
Paul Schütz

► (I) Im Bereich der Mischkanalisation werden Regen- und Schmutzwasser in einem gemeinsamen Kanal abgeleitet und über Pumpwerke den Kläranlagen zugeführt. Da bei Starkregenereignissen die Leistungsfähigkeit der Pumpwerke und Kläranlagen für die großen Regen- und Schmutzwassermengen nicht ausreicht, wurden im Bereich der Mischkanalisation zum Schutz vor Überflutungen Entlastungsbauwerke wie Regenrückhaltebecken, Mischwasserentlastungskanäle und Regenüberlaufbecken errichtet, in denen das Mischwasser entweder zwischengespeichert und verzögert den Kläranlagen zugeführt oder unbehandelt in die Gewässer eingeleitet wird.

Abkoppeln, was das Zeug hält

Seit 150 Jahren sorgt die Mischwasserkanalisation ► (I) für hygienische Standards in unseren Städten und schützt Grundstücke sowie Gebäude vor Überschwemmungen. Bei starken Regenfällen kann die Kanalisation jedoch an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen, was zu Mischwasserüberläufen ins Oberflächenwasser führt und die Gewässerqualität stark beeinträchtigt. Die Folgen sind gravierend: Fischsterben und massives Algenwachstum.

Um diesen Effekten entgegenzuwirken, wurde in den letzten Jahren im Kanalnetz erheblicher unterirdischer Speicherraum geschaffen, um große Wassermengen aufzufangen und die Häufigkeit von „Mischwasserentlastungen“ in die Oberflächenwasser zu reduzieren. Dennoch reichen die bisher gebauten Speicher mit einem Gesamtvolumen von über 300.000 Kubikmetern nicht aus, um die plötzlich anfallenden Wassermengen während heftiger Regenfälle vollständig zu bewältigen. Daher hat Berlin das Ziel formuliert, jährlich ein Prozent der versiegelten Stadtfläche vom Mischgebiet abzukoppeln, um den Eintrag von Regenwasser in die Kanalisation zu verringern. Diese Abkopplung kann durch dezentrale Regenwasserbewirtschaftung erreicht werden, bei der das Regenwasser vor Ort verdunstet, versickert, zwischengespeichert oder genutzt wird (siehe Abb. A).

Das KWB arbeitet seit Jahren an dieser Herausforderung und unterstützt Entscheidungsträger:innen sowie die Verwaltung bei der strategischen Planung von Abkopplungsmaßnahmen. Das von der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt in Auftrag gegebene Projekt MiSa - kurz für Mischwassereinzugsgebietssanierung - stellt hierbei einen bedeutenden Fortschritt dar. MiSa entwickelt konzeptionelle Grundlagen, um die Umweltverwaltung bei der Weiterentwicklung eines Maßnahmenprogramms zur Mischwassersanierung zu unterstützen.

Mithilfe eines digitalen Tools, das auf einer Modellkette aus Kanalnetz- und Gewässergütemodell sowie drei Bewertungsindikatoren basiert, werden die Möglichkeiten zur Abkopplung von bisher an die Mischwasserkanalisation angeschlossenen Stadtflächen sowie die zu erwartenden Effekte in der Kanalisation und im Gewässer simuliert. Erstmals werden Flächenabkopplung und Gewässerqualität in einen direkten Zusammenhang gestellt und Maßnahmen „aus Sicht der Gewässer“ bewertet. So zeigen die Simulationsergebnisse, dass für eine deutliche Verbesserung der Gewässerqualität eine Abkopplung von 20 – 30 % in allen Mischwassereinzugsgebieten Berlins umgesetzt werden muss; ein ambitioniertes Ziel.

Das Projekt wird seit 6 Jahren in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt realisiert. Auch die Berliner Wasserbetriebe, die Berliner Regenwasseragentur sowie die Bezirke Friedrichshain-Kreuzberg, Charlottenburg-Wilmersdorf, Mitte und Neukölln unterstützen das Vorhaben. Die Zusammenarbeit mit weiteren Bezirken mit Mischwasserkanalisation ist bereits in Planung und ein Ende des Projekts vorerst nicht geplant. Darüber hinaus werden in den nächsten Phasen von MiSa die Ergebnisse sukzessive in den Generalentwässerungsplan (GEP) der Berliner Wasserbetriebe überführt.

In MiSa arbeiten alle Partnerinstitutionen gemeinsam an realistischen Szenarien, was eine hervorragende Gelegenheit bietet, die städtischen Ziele in Bezug auf Klimaanpassung und Umweltgerechtigkeit diskursiv zu integrieren – insbesondere in Zeiten knapper Ressourcen.

Dank MiSa können Abkopplungsmaßnahmen gezielter und effizienter geplant werden als zuvor. Das bringt Berlin mit seinem ehrgeizigen Ziel zur Abkopplung entscheidend voran und leistet gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Gewässerschutz.

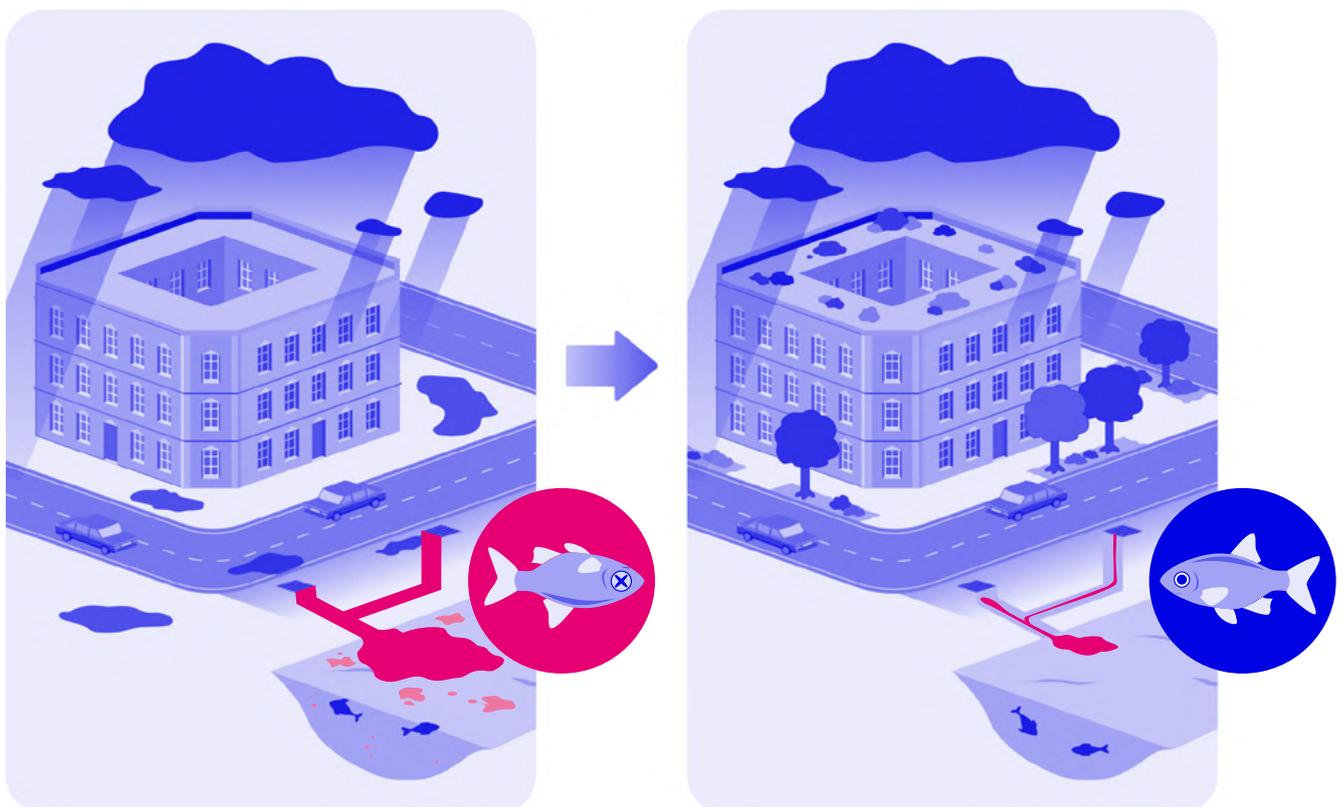


Abb. A: Die Abkopplung von städtischen Oberflächen durch blau-grüne Infrastruktur führt zur Verringerung von Mischwasserüberläufen und damit zur Verbesserung der Gewässerqualität und Verhinderung von Fischsterben.

Projektvolumen

880.764 € (Gesamtvolumen), finanziert durch
finanziert durch BMBF Digital Green Tech

Partnerinstitutionen

Smart Water Networks; Technische Universität
Berlin - Einstein Center Digital Future; Urban
Impact Agency

Assoziierte Partner

Gelsenwasser

Kontakt

Dr. David B. Steffelbauer
Dr. Enrique Campbell
Johannes Koslowski

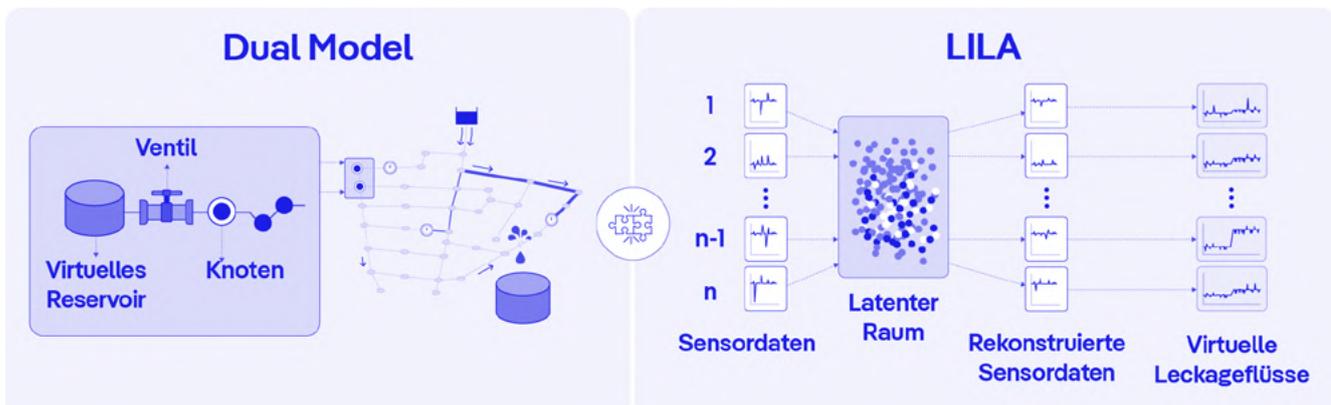
Ein Neues Rezept zur Reduzierung von Wasserverlusten

Jährlich gehen weltweit über 120 Millionen Kubikmeter Wasser durch Leckagen in Trinkwassernetzen verloren, was eine erhebliche Herausforderung für Wasserversorgungsunternehmen darstellt. Diese Leckagen können Unterbrechungen in der Versorgung, Schäden an der angrenzenden Infrastruktur, erhöhte Betriebskosten und hygienische Probleme verursachen. Der Bedarf an innovativen digitalen Werkzeugen zur Leckageerkennung wächst daher stetig. Die Lösungen reichen von (i) modellbasierten Ansätzen, die hydraulische Modelle nutzen, über (ii) datengesteuerte Methoden, die Zeitreihendaten analysieren, bis hin zu (iii) hybriden Techniken, die beide kombinieren.

Trotz technischer Fortschritte sind Wasserversorger immer noch stark auf Kundenberichte, akustische Logger und Stufentests angewiesen, die für eine kontinuierliche Überwachung ungeeignet sind. Die Einführung effektiver Leckageerkennungssysteme wird zudem durch die Zurückhaltung gegenüber neuen Technologien erschwert. Modellbasierte und datengesteuerte Ansätze bieten klare Vorteile bei der Leckageerkennung, darunter (i) schnelle Erkennungszeiten, (ii) niedrige Falsch-Positiv-Raten und (iii) präzise Leckagevorlokalisierung. Während modellbasierte Methoden Leckagen gut detektieren und lokalisieren können, hängt ihre Wirksamkeit von der Genauigkeit der hydraulischen Modelle ab. Im Gegensatz dazu sind datenbasierte Ansätze meist unpräziser. Im Rahmen des „BattLeDIM-Wettbewerbs“ wurden verschiedene Algorithmen verglichen, doch eine gründliche Analyse der genauen Vor- und Nachteile beider Methoden steht noch aus. Ein weiterer Schlüssel zur Einführung neuer Technologien ist die Benutzerfreundlichkeit; in wissenschaftlichen Studien wird oft die Funktionalität höher bewertet als die Benutzerfreundlichkeit im Wasserversorgungssektor.

Das Projekt iOLE – Intelligente Online-Leckageerkennung – greift diese Punkte auf. Das Forschungsprojekt ist eine Kooperation vom KWB, der Technischen Universität Berlin, Gelsenwasser und der Urban Impact Agency und wird durch das Förderprogramm „Digital Green Tech“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Im Projekt iOLE werden modellbasierte (Dual Model) und datenbasierte (LILA) Algorithmen kombiniert, um Leckagen effizient und robust frühzeitig zu detektieren und zu lokalisieren.



unterstützt. iOLE zielt darauf ab, eine nutzerfreundliche Leckageerkenntnissoftware zu entwickeln, die drei Kernprinzipien folgt: Verbesserung der Akzeptanz einer solchen Lösung durch einen Fokus auf die Nutzer (Wasserversorger), Automatisierung von Prozessen für eine praktische, kontinuierliche Anwendung sowie Integration von Funktionen, um die technischen Anforderungen der Versorgungsunternehmen hinsichtlich Robustheit und Funktionalität zu verbessern. Im Kern umfasst iOLE drei Hauptkomponenten:

1. Die besten Ansätze vereinen: Durch die Kombination von modellbasierten und datengesteuerten Leckageerkennungsmethoden nutzen wir deren Stärken und minimieren Schwächen. Mit preisgekrönten Algorithmen – LILA (datengesteuert) und Dual Model (modellbasiert, [siehe S. 14 ff.](#)) – überwinden wir technische Hürden und verbessern die Robustheit der Leckagesuche. Der modellbasierte Ansatz glänzt mit einem präzisen hydraulischen Modell, während die datengesteuerte Methode in Modellszenarien oder bei erheblichen Unsicherheiten effizienter hinsichtlich Rechenzeiten ist. Diese Kombination ermöglicht es iOLE, ein breiteres Spektrum von Situationen abzudecken und mehr Wasserversorgungsunternehmen anzusprechen.
2. Robuste Lösungen mit niedrigen Fehlalarmraten: iOLE verwendet sowohl modellbasierte als auch datengesteuerte Leckageerkennung, was eine Bewertung der Robustheit jedes Ansatzes über verschiedene Szenarien und damit verbundene Unsicherheiten hinweg erfordert. Unser Ziel ist es, mit beiden Methoden interpretierbare Ergebnisse zu erzielen. Wir unterscheiden zwischen aleatorischen Unsicherheiten – die auf inhärente Zufälligkeiten zurückzuführen sind und irreduzibel – und epistemischen Unsicherheiten, die durch zusätzliche Informationen verringert werden können. Der iOLE-Rahmen wird potenzielle Unsicherheitsquellen identifizieren und klassifizieren, gefolgt von einer Sensitivitätsanalyse mit Sobol-Indizes, um die Auswirkungen einzelner epistemischer Unsicherheiten auf die Leckageerkennung zu bewerten.
3. Nutzerfreundliche Software-Entwicklung: Die Verbesserung der Benutzererfahrung und die Einbindung von Feedback sind entscheidend für die Akzeptanz von iOLE-Lösungen. Wir setzen auf nutzerfreundliches Design, indem wir die Betreibenden von Versorgungsunternehmen während des zweijährigen Projekts durch Feedbackschleifen in Workshops und Audits direkt in die Entwicklung der Tools miteinbeziehen. Zuerst führten wir eine Marktanalyse der deutschen Wasserversorgungsunternehmen durch, um deren Größe, Infrastruktur und Leckageüberwachungssysteme zu bewerten. Diese Analyse hilft, geeignete Stakeholder für Co-Design-Workshops zu identifizieren und bietet einen Überblick über bestehende Technologien. Ein zentraler Aspekt unseres Ansatzes ist die Entwicklung eines Dashboards mit grafischer Benutzeroberfläche (GUI) zur effektiven Visualisierung der Leckageerkennungsergebnisse, um die Entscheidungsprozesse des technischen und des Wartungspersonals zu unterstützen. Zudem streben wir einen automatisierten Arbeitsablauf an, der manuelle Eingriffe minimiert und die Kompatibilität mit bestehenden Systemen sicherstellt; beides wird in den Workshops mit den Beteiligten evaluiert.

Projektvolumen

16.224.769 € (Gesamtvolumen),
finanziert durch Horizon 2020 European Union
Funding for Research & Innovation

Partnerinstitutionen

Accademia Europea di Bolzano; Athens University of Economics and Business; Baltijas Vides Forums; Berliner Wasserbetriebe; Consorzio dei Comuni Bim Sarca Mincio Garda; Departament D'acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural - Generalitat de Catalunya; Etaireia Ydreysesos Kai Apocheteseos Proteyoysis Anonimi Etaireia (Athens Water Supply & Sewerage Company S.A.); European Science Communication; Fondazione Edmund Mach; Fundacio Eurecat; GCF - Global Climate Forum EV; Hellenic Ministry of Environment and Energy; Jelgavas Pasvaldibas Operativas Informacijas Centrs - Jelgavas Didgitalais Centrs; Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH; KWR Water B.V.; Lobelia Earth Sl; Mantis Business Innovation P.C.; Mediterranean Agronomic Institute of Chania; Mobygis srl; National Technical University of Athens; Nelen & Schuurmans B.V.; Sdsn Association Paris; Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt; Thetis Spa; Troms Og Finnmark Fylkeskommune; Union Internationale Pour La Conservation De La Nature Et De Ses Ressources; Universitaet Bern; Universitat de Girona; Universitat Rovira I Virgili; Universitetet I Tromsøe - Norges Arktiske Universitet; Water Energy Intelligence B.V.; Zemgales Planosanas Regions

Kontakt

Dr. Nasrin Haacke
Dr. Daniel Wicke
Sandra Banusch
Dr. Ulf Miehe

► (I) Ein Decision Theatre ist ein interaktives Workshop-Format, das Entscheidungstragenden ermöglicht, komplexe Herausforderungen mithilfe von Daten, Modellen und visuellen Simulationen besser zu verstehen und zu bewältigen. Es bietet eine Plattform, um Szenarien durchzuspielen und die Auswirkungen von verschiedenen Maßnahmen gemeinsam zu bewerten.

Im Rahmen des IMPETUS-Projekts wird in Berlin-Brandenburg ein Decision Theatre durchgeführt, um Lösungen für den Umgang mit Wasserknappheit zu diskutieren. Dabei werden verschiedene Maßnahmen aus dem „Masterplan Wasser“ der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt aufgegriffen und deren potenzielle Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit in anhaltenden Trockenperioden simuliert. Dies trägt dazu bei, fundierte Entscheidungen zur nachhaltigen Bewirtschaftung der städtischen Wasserressourcen zu treffen.

Lokal handeln, global wirken: IMPETUS bringt Klimaanpassungen in die Umsetzung

Der Klimawandel zählt zu den drängendsten globalen Herausforderungen unserer Zeit und beeinflusst vielfältige Lebensbereiche. Überschwemmungen, Hitzewellen, Wasserknappheit und andere Extreme machen Anpassungsstrategien dringend erforderlich. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, fördert die Europäische Kommission das Projekt IMPETUS im Rahmen des Horizon-2020-Programms. In Zusammenarbeit mit 32 Partnerinstitutionen aus sieben europäischen Pilotregionen verfolgt das Projekt das Ziel, umfassende Anpassungslösungen weiterzuentwickeln und in den Regionen zu erproben sowie deren Übertragbarkeit auf europäischer Ebene zu prüfen. Die Expertise von Wissenschaftler:innen, Politiker:innen, Unternehmen und der Zivilgesellschaft wird hierbei gebündelt, um innovative und nachhaltige Maßnahmen zu schaffen, die technologische, soziale und wirtschaftliche Ansätze verbinden. Ziel ist es, lokal verankerte Lösungen mit Potenzial für ganz Europa zu entwickeln, um so einen bedeutenden Beitrag zur Klimaanpassung zu leisten.

Die sieben Demonstrationsstandorte des IMPETUS-Projekts verdeutlichen die Vielfalt der klimatischen Herausforderungen in Europa und zeigen die Notwendigkeit unterschiedlicher regionaler Ansätze zur Anpassung an klimatische Extreme (siehe Abb. A). In Berlin-Brandenburg stellt der zunehmende Wasserstress, verursacht durch Bevölkerungswachstum, Strukturwandel und veränderte klimatische Bedingungen, eine erhebliche Herausforderung während längerer Trockenperioden dar. Zur Bewältigung dieser Probleme unterstützen verschiedene komplexe und vereinfachte Modelle für Grund- und Oberflächenwasser die Simulation von Wasserverfügbarkeits- bzw. Wasserqualitäts-szenarien und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen. Ein „Decision Theatre“ ► (I) fördert die Zusammenarbeit verschiedener Akteure zur gemeinsamen Entwicklung von Lösungen.

In Katalonien, Spanien, steht der Kampf gegen Wasserknappheit und Küstenerosion, die durch Dürren, Tourismus und den steigenden Meeresspiegel verschärft werden, im Fokus. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen werden unter anderem Sanddünen als natürlicher Küstenschutz wiederhergestellt und dezentrale Systeme zur Wasserwiederverwendung in touristischen Gebieten implementiert, um den Wasserverbrauch zu optimieren. Auch klimaresilienter Tourismus und wirtschaftliche Auswirkungen künftiger Extremereignisse auf die Infrastruktur der Küstengebiete werden thematisiert.

Attika, Griechenland, leidet unter extremer Hitze, Dürren, Waldbränden und Sturzfluten, die durch unregelmäßige Niederschläge, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten, verschärft werden. Im Rahmen von IMPETUS setzt die Region auf ein Abwasser-

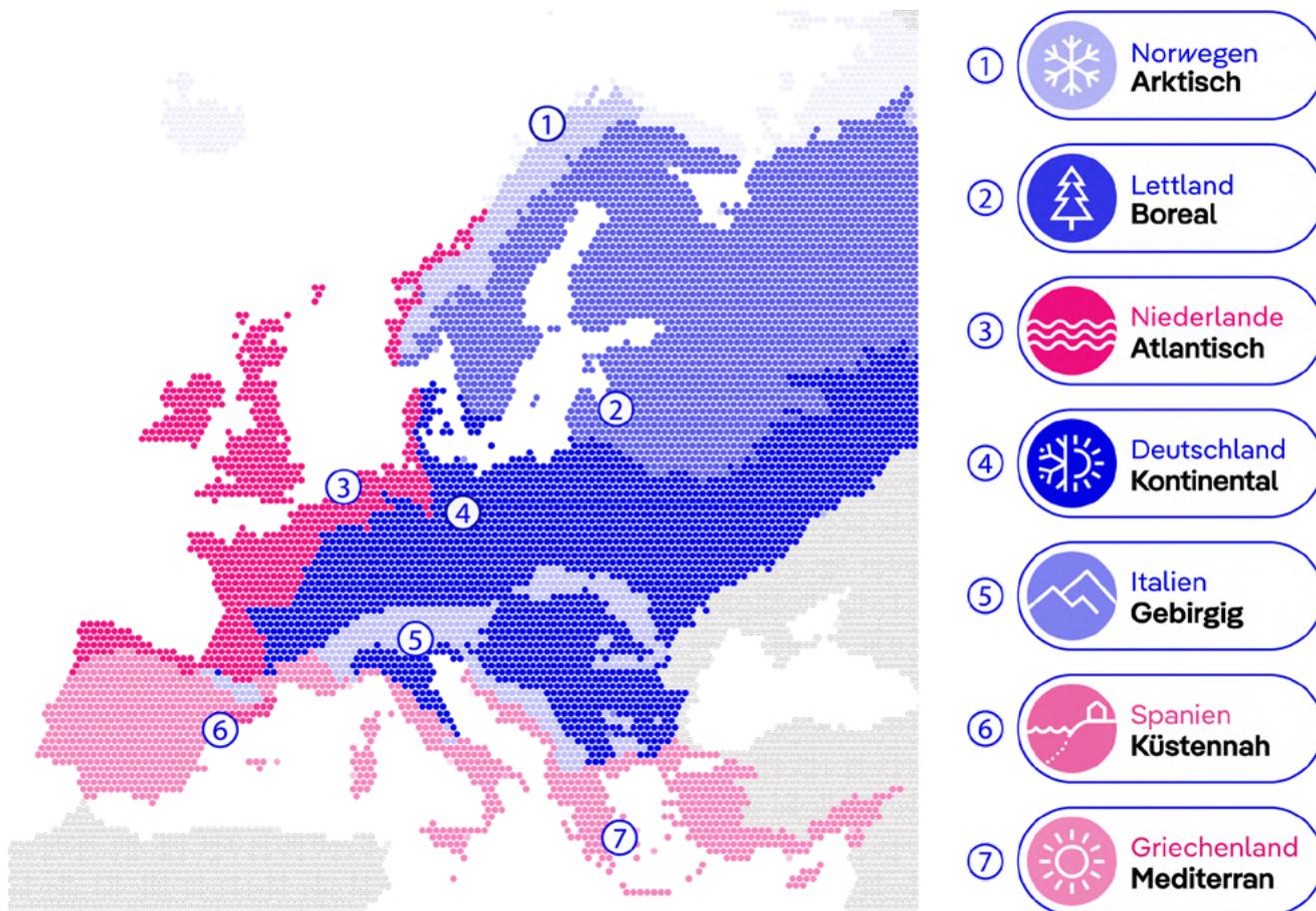
wiederverwendungssystem und einen digitalen Zwilling zur Unterstützung des Wasser- und Risikomanagements, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Wetterereignissen zu erhöhen.

In Zeeland und Rijnmond, Niederlande, bedrohen steigende Meeresspiegel und Hitzewellen die Region. Ein Entscheidungsunterstützungstool für Hochwasser hilft, potenzielle Überflutungsgebiete zu identifizieren und präventive Maßnahmen zu planen. Ein Hitzestress-Tool macht Hitze-Hotspots ausfindig und die Implementierung von Anpassungsmaßnahmen soll vulnerable Gruppen in der Zivilbevölkerung schützen.

Troms og Finnmark, Norwegen, ist zunehmend von Naturgefahren wie Lawinen, Erdbeben und Steinschlägen betroffen, die durch wärmere Temperaturen und intensivere Niederschläge verursacht werden. Ein Frühwarnsystem und Gefahrenkarten werden entwickelt, um gefährdete Gebiete zu identifizieren und vorbeugende Maßnahmen mit Entscheidungstragenden zu planen.

Zemgale, Lettland, ist aufgrund eines ausgedehnten Flussnetzwerkes von sich verstärkenden Überschwemmungen durch Schneeschmelze und starke Niederschläge betroffen. Um diese Risiken zu minimieren, wird ein regionales Frühwarnsystem für Hochwasser mit KI-gestützten Vorhersagen und öffentlich zugänglichen Informationen ausgebaut. Zudem wird ein regionaler Klimaanpassungsplan in enger Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren entwickelt, um nachhaltige Anpassungsstrategien u.a. für Landwirtschaft, Gesundheit und Biodiversität zu fördern.

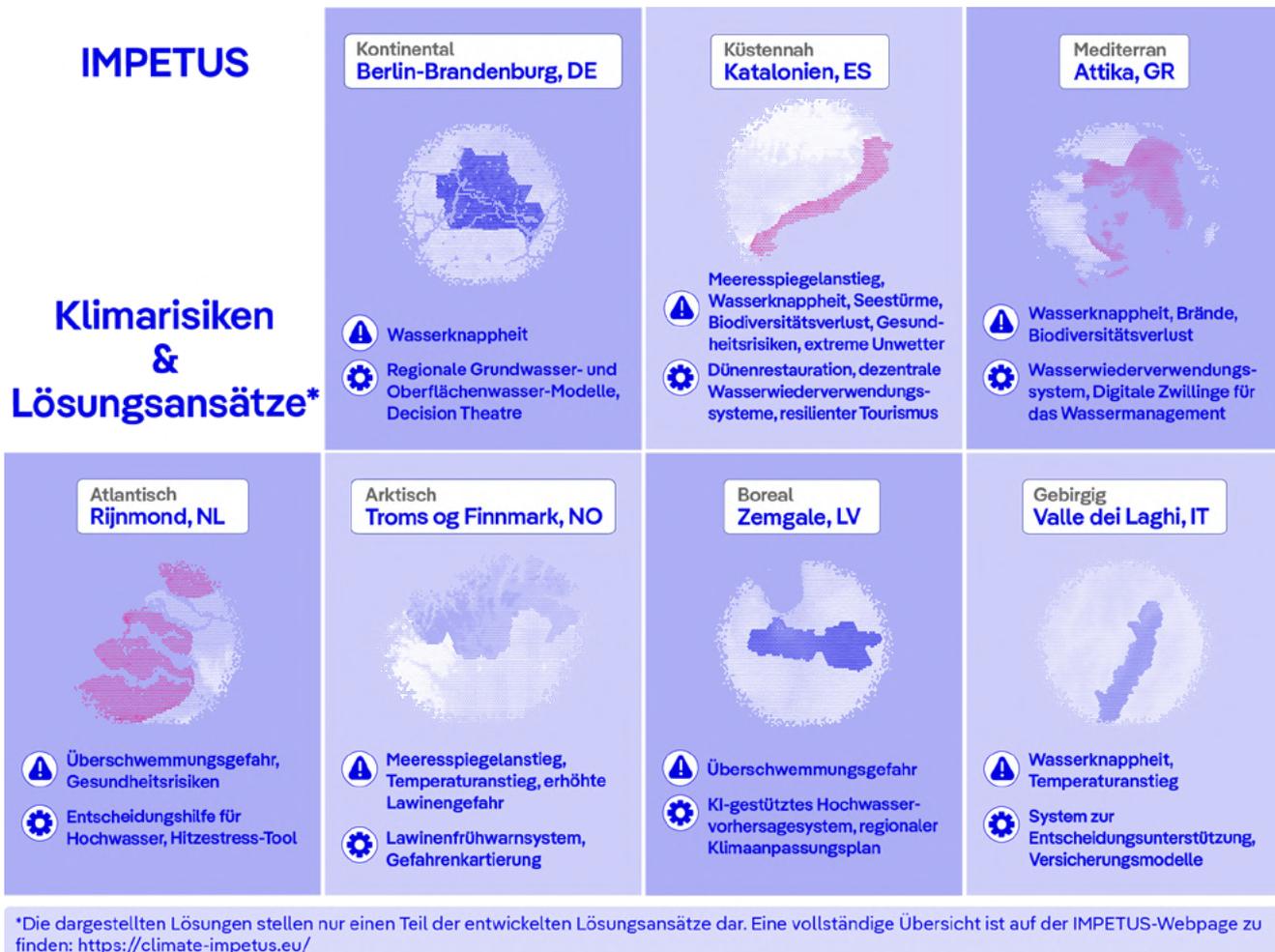
Abb. A: Karte der Demonstrationsstandorte



In der italienischen Gebirgsregion Valle dei Laghi wird ein Entscheidungshilfesystem entwickelt, das mithilfe hydrologischer Vorhersagen das nachhaltige Management sich verknappender Wasserressourcen unterstützt. Dieses System soll die Wassernutzung für Bewässerung, Trinkwasser und Wasserkraft ausgewogen regulieren. Ergänzend werden innovative Versicherungsmodelle getestet, um landwirtschaftliche Betriebe vor klimabedingten Risiken wie Dürre und Sturzfluten zu schützen.

Das IMPETUS-Projekt verdeutlicht eindrucksvoll, wie durch die enge Zusammenarbeit von Forschung, Praxis und Gesellschaft regionale Lösungen für Anpassungsmaßnahmen gegen den Klimawandel entstehen können (siehe Abb. B). Die in den Pilotregionen getesteten Innovationen bieten eine Arbeitsgrundlage für den Transfer in andere Gebiete mit vergleichbaren Herausforderungen und fördern so den europäischen Wissens- und Erfahrungsaustausch. Durch die gezielte Kombination von technologischen und regulativen Maßnahmen gibt das Projekt entscheidende Impulse für die Langfristigkeit von Klimaanpassung. IMPETUS bietet nicht nur Lösungen für aktuelle Herausforderungen, sondern legt den Grundstein für eine widerstandsfähige Zukunft in Europa und darüber hinaus.

Abb. B: Konzeptionelle Übersicht zu Demonstrationsstandorten, klimatischen Herausforderungen und Lösungsansätzen





Raus- schwimmen

Bei uns bedeutet „Rausschwimmen“, einen Blick in die Zukunft zu wagen. Erfahren Sie mehr zur Zukunft der Phosphor-Rückgewinnung sowie zum Thema Data Governance und Verwaltung in der Smart City. In einem Interview mit unserer neuen Geschäftsführerin Pascale Rouault erhalten Sie zudem Einblicke, wohin die Reise am KWB geht.

Folgende Artikel lassen

Sie in die Zukunft blicken:

- ▶ Auf halbem Weg zur Phosphorrückgewinnung?
- ▶ Das „Wie“ in der Smart City
- ▶ Interview mit Dr. Pascale Rouault



Auf halbem Weg zur Phosphorrückgewinnung?

Fabian Kraus



Klärschlammasche

Mit der Novellierung der Klärschlammverordnung im Jahr 2017 wurde die Abwasserwirtschaft verpflichtet, ab 2029 Phosphor aus Klärschlamm zurückzugewinnen. Mittlerweile ist mehr als die Hälfte der 12jährigen Übergangszeit vergangen. Wo stehen wir heute?

„Wer die Klärschlammverordnung aufmerksam las, konnte sich kaum des Eindrucks erwehren, dass die Marschroute lautete: Verbrennen, Vergraben, Vertagen und Vergessen.“

Der Koalitionsvertrag des Kabinetts Merkel III aus dem Jahr 2013 brachte einen Paradigmenwechsel in der Klärschlamm Entsorgung. Die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm sollte enden und Phosphor sowie andere Nährstoffe sollten zurückgewonnen werden. Die 2017 novellierte Klärschlammverordnung legte hierfür die Rahmenbedingungen fest. Ab 2029 müssen Kläranlagen, die für mehr als 100.000 Einwohner:innen ausgelegt sind, Phosphor aus Klärschlamm mit einer Rate von 50 % oder aus Klärschlammverbrennungsasche mit einer Rate von 80 % zurückgewinnen. Für Anlagen, die für 50.000 bis 100.000 Einwohner ausgelegt sind, gilt dies ab 2032. Diese Regelung betrifft alle Anlagen, bei denen der Phosphorgehalt im Klärschlamm größer als 20 g Phosphor je kg Trockenmasse ist. Die bisher großtechnisch implementierten Verfahren zur Phosphorrückgewinnung im Faulschlamm oder Schlammwasser weisen häufig deutlich geringere Rückgewinnungsraten auf. Ob der Phosphorgehalt auf weniger als 20 g Phosphor je kg Trockenmasse gesenkt werden kann, hängt von verschiedenen spezifischen Randbedingungen ab (siehe Abb. A).

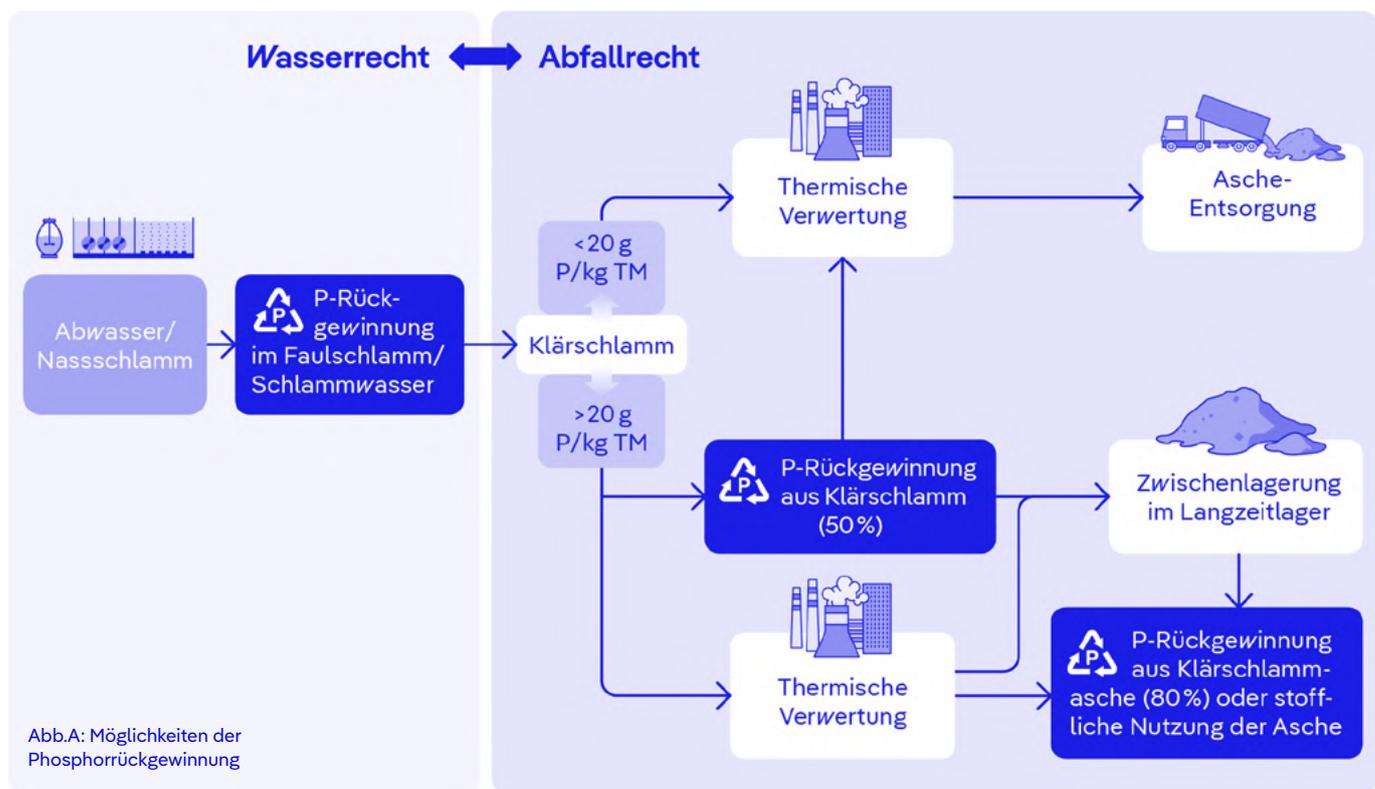
Wer die Klärschlammverordnung aufmerksam las, konnte sich kaum des Eindrucks erwehren, dass die Marschroute lautete: Verbrennen, Vergraben, Vertagen und Vergessen. Diese Verkürzung ist sicherlich etwas polemisch, lässt sich jedoch erläutern:

Verbrennen

Durch das Ende der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung und das absehbare Ende der Mitverbrennung von Klärschlamm bei der Kohleverstromung benötigt die Abwasserwirtschaft neue Verwertungswege für Klärschlamm. Dies führt derzeit zum Bau zahlreicher Klärschlamm-Monoverbrennungsanlagen. In der Klärschlammmonoverbrennung wird der Heizwert des Klärschlammes energetisch genutzt und als massenmäßig relevantester Rückstand verbleibt die Klärschlammverbrennungsasche. Diese enthält neben Phosphor in Form von Phosphat auch Elemente wie Calcium, Silizium, Eisen und Schwermetalle (siehe Abb. B). Die Asche hat eine geringe Düngemittelwirkung und aufgrund hoher Schwermetallgehalte gibt es zudem rechtliche Schwierigkeiten bei der Direktverwertung als Düngemittel. Der Phosphor in der Asche muss in eine pflanzenverfügbare Form umgewandelt und Schwermetalle müssen reduziert und vom Phosphor getrennt werden. Die diskutierten Verfahren lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen:

- Verfahren, die die Asche modifizieren, das Phosphat in eine pflanzenverfügbare Form umwandeln und Schwermetalle teilweise abtrennen
- Verfahren, die die Asche aufschließen, das Phosphat extrahieren und als Chemikalie in Form von Phosphorsäure oder Calciumphosphat zurückgewinnen und dabei Schwermetalle abtrennen

Erstere Verfahren erzeugen pflanzenverfügbare Aschen, die sich erst auf dem Düngemittelmarkt etablieren müssen, gelten aber als kostengünstiger. Letztere Verfahren erzeugen marktfähige Produkte, werden jedoch als teurer eingeschätzt. Unabhängig von den Verfahren wird allgemein angenommen, dass die Erlöse die Ausgaben nicht decken können. Daher muss die Phosphorrückgewinnung mindestens teilweise über Gebühren finanziert werden. Damit ab 2029 mit dem Phosphorrecycling begonnen werden kann, müsste bereits jetzt in den Bau und Probebetrieb von Anlagen investiert werden. Die Bundesländer sind sich jedoch uneinig, inwieweit die Phosphorrückgewinnung vor 2029 gebührenfähig ist, was zu einer zurückhaltenden Investitionstätigkeit führt. ►



Vergraben

Es gibt einige Projekte zum Phosphorrecycling aus Aschen. Die Remondis Aqua AG und Hamburg Wasser haben in Hamburg das TetraPhos-Verfahren umgesetzt. EasyMining und Gelsenwasser realisieren das Ash2Phos-Verfahren in Schkopau, Sachsen-Anhalt. Die Firmen Emter und sePura setzen ein modifiziertes AshDec-Verfahren in Altenstadt, Bayern, um und die inzwischen insolvente SERA-PLANT hat in Haldensleben, ebenfalls in Sachsen-Anhalt, das Glatt-Verfahren realisiert. Schätzungen zufolge wird Deutschland im Jahr 2029 über eine jährliche Kapazität zur Phosphorrückgewinnung von etwa 60.000 t Asche verfügen, bei einer landesweiten Ascheproduktion von bis zu 600.000 t. Das bedeutet, dass für etwa 10% der Klärschlammaschen im Jahr 2029 Phosphorrückgewinnungskapazitäten vorhanden sein werden.

Und die restlichen 90 %? Die Klärschlammverordnung ermöglicht eine zeitlich befristete Zwischenlagerung der Klärschlamm-Asche vor der Rückgewinnung, falls nicht ausreichend Kapazitäten zur Phosphorrückgewinnung vorhanden sind. Es liegt nahe, dass diese „Ausnahmeregelung“ zur Zwischenlagerung eher zur Regel wird. Eine solche Zwischenlagerung muss aufgrund der vorgesehenen Rückholbarkeit der Aschen anders als eine gewöhnliche Deponie ausgeführt werden. Dies beinhaltet ein Vermischungsverbot mit anderen Abfällen im

oberen Abschnitt einer Deponie oder eigene Deponiebereiche. Diese Zwischenlagerung ist mit Kosten von etwa 200 bis 500 € pro Tonne Asche deutlich teurer als die Deponierung, die etwa 50 bis 80 € pro Tonne Asche kostet. Zusätzlich müssen ab 2029 die Kosten für die Phosphorrückgewinnung aus der zwischengelagerten Asche (heute etwa 200 bis 300 € pro Tonne Asche) einkalkuliert werden. Das bedeutet, dass ab 2029 mit erheblichen Mehrkosten von bis zu dem Zehnfachen für die „Ascheentsorgung“ zu rechnen ist.

Vertagen und Vergessen

Es ist davon auszugehen, dass ab 2029 ein Großteil der in Deutschland anfallenden Klärschlammaschen zu erheblichen Kosten in temporären Zwischenlagern deponiert wird, wodurch die Phosphorrückgewinnung aus diesen Aschen aufgeschoben wird. Da sowohl die Zwischenlagerung als auch die Phosphorrückgewinnung ab 2029 gebührenpflichtig sein werden, werden die entstehenden Kosten auf die Gebührenzahlenden umgelegt. Um diese nicht übermäßig zu belasten, wird es für die Klärschlammherzeuger wirtschaftlicher sein, die Phosphorrückgewinnung direkt aus den Aschen durchzuführen, ohne diese zwischenzulagern. Dies vorausgesetzt, dass die entsprechenden Rückgewinnungsverfahren und Geschäftsmodelle kostengünstiger sind als die Zwischenlagerung.

Es werden daher sukzessive ab 2029 Kapazitäten zur Phosphorrückgewinnung aus Asche aufgebaut, allerdings nur in dem Umfang, der erforderlich ist, um die anfallenden Aschen aus den Monoverbrennungsanlagen zu behandeln. Große Überkapazitäten, um die zwischengelagerten Aschen schnell zu bearbeiten, werden nicht erwartet, da die Phosphorrückgewinnungsanlagen eine langfristig gesicherte Zufuhr benötigen. Ab dem Zeitpunkt ausreichender Kapazitäten (2035-2040) wird mit dem schrittweisen Abbau der zwischengelagerten Aschen in geringem Umfang begonnen, indem sie den im Regelbetrieb anfallenden Klärschlammaschen beigemischt werden. Das Ende des Rückbaus dieser temporären Zwischenlager für etwa fünf Jahre Zwischenlagerung wird voraussichtlich um das Jahr 2050, 2060 oder später erreicht.

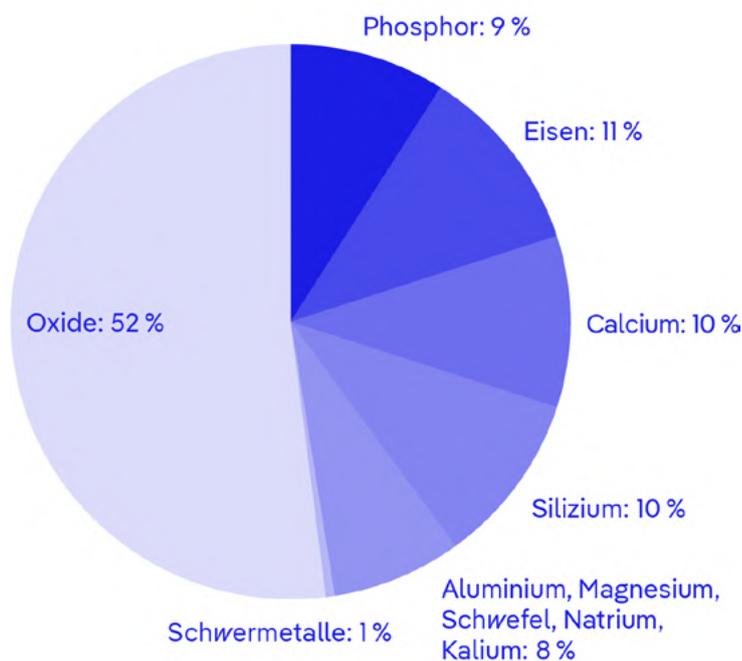


Abb. B: Ungefähre elementare Zusammensetzung von Klärschlammasche

Für Aschen mit einem Entstehungsjahr 2029 + X und einem Rückgewinnungsjahr 2060 ± Y müssten bereits im Jahr 2029 Kosten für die Phosphorrückgewinnung einkalkuliert werden. Wer kennt jedoch die Kosten der Phosphorrückgewinnung aus Aschen in 30 Jahren oder kann sie sinnvoll planen? Zwar wird die Technik durch Weiterentwicklung und Synergien günstiger, doch die Preisindizes für Betriebsmittel, Energie und Personal werden steigen, was bedeutet, dass eine Verschiebung der Rückgewinnung zu Fehlern in der Kostenkalkulation führen könnte.

Was passiert, wenn die Kosten für den Rückbau von Aschen aus Zwischenlagern und die Rückgewinnung im Jahr 2060 ± Y die Rücklagen aus dem Jahr 2029 + X übersteigen? Können die Gebührenzahlen-

den im Jahr 2060 dafür haftbar gemacht werden, was eine Generation zuvor nicht bezahlt hat? Es ist naheliegend, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt ein „Cut“ gemacht werden muss und gewisse zwischengelagerte Aschen nicht mehr einer Rückgewinnung zugeführt werden können.

Was folgt daraus für das Hier und Jetzt?

Zunächst ist es essenziell, die Möglichkeit zu schaffen, die ab 2029 entstehenden Kosten für die Phosphorrückgewinnung auf die Gebühren umzulegen. Damit 2029 mit der Phosphorrückgewinnung begonnen werden kann, müssten bereits im Vorfeld Planungs- und Bauprozesse durchgeführt werden, deren Kosten gedeckt werden müssten. Besonders bei der erstmaligen Umsetzung neuer Verfahren zeigt sich, dass die Inbetriebnahme entsprechender Anlagen ein langwieriges Unterfangen ist. Ein Betreiber, der ein noch nicht großtechnisch etabliertes Verfahren wählt, geht ein finanzielles Risiko ein. Andererseits bergen auch die Zwischenlagerung und spätere Rückgewinnung aufgrund der unvorhersehbaren Kosten finanzielle Risiken.

Und was kann das KWB tun?

Seit fast 15 Jahren forschen, bewerten und begleiten wir das Thema Phosphor- und Nährstoffrecycling. In über 10 Forschungsprojekten mit einem Gesamtvolumen von mehr als 40 Millionen Euro wurden verschiedene Phosphorrückgewinnungsverfahren untersucht und pilotiert. Ein roter Faden zieht sich durch alle Projekte: Das KWB führt abschließende, unabhängige ökobilanzielle Bewertungen und gegebenenfalls auch Kostenschätzungen durch.

Als gemeinnütziges Forschungsinstitut beurteilen wir die technische Machbarkeit von Verfahren, liefern Prognosen zum CO₂-Fußabdruck und dessen Entwicklung im Zuge der Energiewende sowie zur Wirtschaftlichkeit. Wir erstellen zudem Prognosen zur Schadstoffbelastung möglicher P-Recyclingprodukte und deren Vermarktungsmöglichkeiten. So unterstützen wir Abwasser- und Klärschlamm-entsorger sowie Kommunen mit unserem Fachwissen bei Investitionsentscheidungen. Darüber hinaus erforschen wir gemeinsam mit unseren Partnern neuartige Ansätze und Verfahren, die Klärschlamm-erzeugern und Kommunen einen wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Weg zum Phosphorrecycling für die Zukunft aufzeigen. ●

Das „Wie“ in der Smart City

Die digitale Transformation von Kommunen
und Data Governance

Nikolaus de Macedo Schäfer



Die Verwaltung in der Smart City

Jede sensorisch erfassbare Aktivität in einer Stadt ermöglicht es, Verhaltensmuster in Bezug auf Interaktion, Konsum und Kommunikation der Menschen, die sich durch den urbanen Raum bewegen, abzuleiten. Die Smart City, die als Hybrid zwischen analoger und digitaler Stadt fungiert, nutzt diese Fülle an Informationen, um traditionelle Dienstleistungen zu optimieren und innovative Anwendungen zu schaffen.

„Im Kontext der Stadtentwicklung lassen sich drei zentrale Herausforderungen bei der Erhebung und Nutzung von Daten identifizieren, für die ein an der Verwaltung orientiertes Data Governance-Rahmenwerk eine Lösung bieten kann: Erklärbarkeit, Datenverfügbarkeit und -qualität sowie Schutzgesetze.“

Die in einer Smart City gesammelten oder verwendeten Daten besitzen nicht nur eine technische, sondern auch eine soziale Dimension. Die Art und Weise, wie Daten gesammelt, verarbeitet und zu welchen Zwecken sie eingesetzt werden, hat weitreichende Auswirkungen auf die individuelle und gesellschaftliche Ebene in der Stadt. Planerische Entscheidungen, die aus datengestützten Systemen abgeleitet werden, müssen daher nicht nur ihren wirtschaftlichen Mehrwert, sondern auch die Belange des Gemeinwohls berücksichtigen. Der Schutz des Gemeinwohls sollte nicht nur durch technologische Lösungen, sondern, wie auch in der traditionellen Stadtentwicklung, durch den aktiven und kollaborativen Einbezug einer breiten Palette von Akteur:innen gewährleistet werden (BBSR, 2022).

Anforderungen an die Datennutzung der Verwaltung

Im Rahmen von Smart-City-Initiativen ist es gängig, zentrale Strategien und Formate zu entwickeln, die den Zugang zu urbanen Daten und deren Verarbeitung erleichtern. Dabei wird der Einsatz von Daten oft primär unter dem Aspekt der technischen Umsetzbarkeit und den erforderlichen Personalressourcen diskutiert. Diese einseitige Betrachtung vernachlässigt jedoch zentrale Herausforderungen, deren frühzeitige Lösung entscheidend für den Erfolg datengetriebener Stadtentwicklungsprojekte ist.

Normative und organisatorische Anforderungen tragen maßgeblich dazu bei, dass solche Projekte letztendlich scheitern. Diese Anforderungen resultieren aus der Heterogenität der Dateninteressen der beteiligten Akteur:innen, die unterschiedliche Perspektiven hinsichtlich Wertschöpfung und Risikoeinschätzung in Bezug auf die Erhebung und (Wieder-)Verwendung von Daten haben. Erfolgreiche Data Governance gleicht diese widerstreitenden Interessen aus, indem sie Entscheidungsregeln, Kriterien, Indikatoren, Prozesse, Rollen, Verantwortlichkeiten sowie Richtlinien und Standards festlegt (von Grafenstein, 2022).

Die Forschung zu Data Governance konzentrierte sich bisher vorwiegend auf die Privatwirtschaft. IT-Dienstleister und Unternehmen mit datengetriebenen Produkten waren die Hauptzielgruppen für Best-Practice-Empfehlungen zu optimalen Organisationsstrukturen, Datenqualitätsstandards und Austauschprotokollen. Diese Erkenntnisse bieten jedoch nur begrenzte Anhaltspunkte für die neu erforderlichen Prozesse und Strukturen im öffentlichen Sektor, da dessen Handeln strikteren Anforderungen unterliegt.

Die öffentliche Verwaltung muss beim Einsatz von Daten ihrer Verantwortung als Vollzieherin demokratisch legitimierter politischer Steuerung gerecht werden und die damit verbundene Rechenschaftspflicht gegenüber der Öffentlichkeit wahrnehmen (Bogumil, 2021). In Übereinstimmung mit dieser verfassungsrechtlich festgelegten Verantwortung obliegt es der Verwaltung, die Modalitäten, Prozesse und Abwägungskriterien ihrer Entscheidungen transparent darzulegen. ►

Herausforderungen der Data Governance

Im Kontext der Stadtentwicklung lassen sich drei zentrale Herausforderungen bei der Erhebung und Nutzung von Daten identifizieren, für die ein an der Verwaltung orientiertes Data Governance-Rahmenwerk eine Lösung bieten kann.

Erklärbarkeit: Der effektive Umgang mit Daten erfordert die Fähigkeit, Informationen zu extrahieren und zu verstehen. Allerdings kann nicht bei allen Akteur:innen vorausgesetzt werden, dass sie über die notwendige Datenkompetenz verfügen. Daher ist eine gezielte und zielgruppenspezifische Aufbereitung der Entscheidungen und deren (Daten-)Grundlagen notwendig, um Interessenkonflikte zu vermeiden. Dies wird auch durch rechtliche Vorgaben gestützt: Die DSGVO und das Prinzip des Rechtsstaats verlangen Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei der Datenverarbeitung (Art. 12ff. DSGVO; Wischmeyer, 2018).

Datenverfügbarkeit und -qualität: Der Zugang zu Daten kann aus technischen oder organisatorischen Gründen problematisch sein. Beispielsweise können proprietäre Modelle den Zugriff auf wichtige Informationen erschweren. Im kommunalen Sektor zeigt sich dieses Problem, wenn Maßnahmen der Verwaltung von Daten privater Unternehmen profitieren würden, jedoch kein Zugriff darauf besteht. Umgekehrt können auch verfügbare Daten ungenutzt bleiben, obwohl sie für die Erfüllung der Verwaltungsaufgaben vorteilhaft wären. Nicht standardisierte Daten, wie von Bürger:innen erfasste Luftqualitätsdaten, stellen eine weitere Herausforderung für den rechtskonformen Einsatz im Verwaltungsbereich dar (de Macedo Schäfer et al., 2023).

Schutzgesetze: Schutzgesetze können Konflikte hervorrufen, indem sie die Nutzung von Daten einschränken. Schwierigkeiten treten auf, wenn Daten aus Datenschutzgründen nicht erhoben oder wiederverwendet werden dürfen oder wenn beispielsweise die Funktionsweise von Algorithmen aufgrund von Geschäftsgeheimnissen nicht offengelegt werden kann. Dies führt zu einer allgemeinen Unsicherheit im Umgang mit Daten, insbesondere aus der Sorge vor Compliance-Risiken (Frank et al., 2022). Darüber hinaus fallen Betroffene der Datenerhebung unter verschiedene Schutzgruppen mit unterschiedlichen Anforderungen, die bereits bei der technischen und

organisatorischen Gestaltung der Datenverarbeitung berücksichtigt werden müssen. Verwaltungen sollten daher bereits in der Konzeptionsphase Schutzgesetze einbeziehen. Oft besteht zudem eine Diskrepanz zwischen dem empfundenen Schutzbedarf und der tatsächlichen rechtlichen Schutzwirkung. Aus diesen Gründen ist eine frühzeitige Einbindung aller relevanten Akteure von großer Bedeutung.

Unser Beitrag

Um deutschen Kommunen bei der proaktiven Bewältigung ihrer Herausforderungen zu helfen, führt das KWB in Zusammenarbeit mit dem Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft das Projekt „Data & Smart City Governance am Beispiel von Luftgütemanagement“ durch. Basierend auf dem Anwendungsfall der Berliner Verwaltung werden Konzepte für die Data Governance entwickelt und getestet, die kommunale sowie privatwirtschaftliche Interessen unter Berücksichtigung des Gemeinwohls integrieren.

„In einer zunehmend digitalisierten Wirtschaft und Stadtgesellschaft wird die Frage nach dem ‚Wie‘ der Smart City zentral. Nur durch eine fundierte Data Governance können Städte die Vorteile der Digitalisierung nutzen und gleichzeitig die gesellschaftlichen sowie individuellen Rechte der Bürger:innen schützen.“

Die Erfassung normativer, organisatorischer und technischer Hürden zur Einführung datengetriebener Dienste in bestehende Verwaltungsprozesse, kombiniert mit interdisziplinären Recherchen zu Lösungsansätzen, führt zur Erstellung eines digitalen Data Governance Handbuchs. Die im Projekt entwickelte und generalisierte Heuristik, die auf andere Kommunen und deren Projekte übertragbar ist, unterstützt Nutzer:innen in drei aufeinander aufbauenden Phasen dabei, ihre Maßnahmenprozesse sicher mit Daten zu ergänzen.

Indem die Nutzer:innen den Prozess zur Umsetzung ihrer beabsichtigten Verwaltungsmaßnahme (zum Beispiel die Einführung einer Parkraumbewirtschaftungszone) detailliert aufschlüsseln, können in einem anschließenden internen Austausch Schnittstellen zur Einbettung von Daten identifiziert werden. Hierbei werden die aktuell benötigten Arbeitsschritte und Zwischenergebnisse für die Konzeption, Prüfung und Realisierung der Verwaltungsmaßnahme sowie die zugehörigen rechtlichen Grundlagen und beteiligten Akteur:innen systematisch erfasst.

Für jede identifizierte Schnittstelle werden geeignete Datensätze und -quellen hinsichtlich der für ihren rechtskonformen Einsatz erforderlichen technisch-organisatorischen Maßnahmen verglichen. Dies umfasst unter anderem das Identifizieren möglicher Gegenleistungen zur Datennutzung, das Überprüfen verschiedener Szenarien rechtlicher Risiken und das „einfache“ Aufbauen technischer Infrastrukturen in der Verwaltung. So wird eine fundierte Entscheidung hinsichtlich der Datenintegration und ihres Wert-Risiko-Verhältnisses ermöglicht.

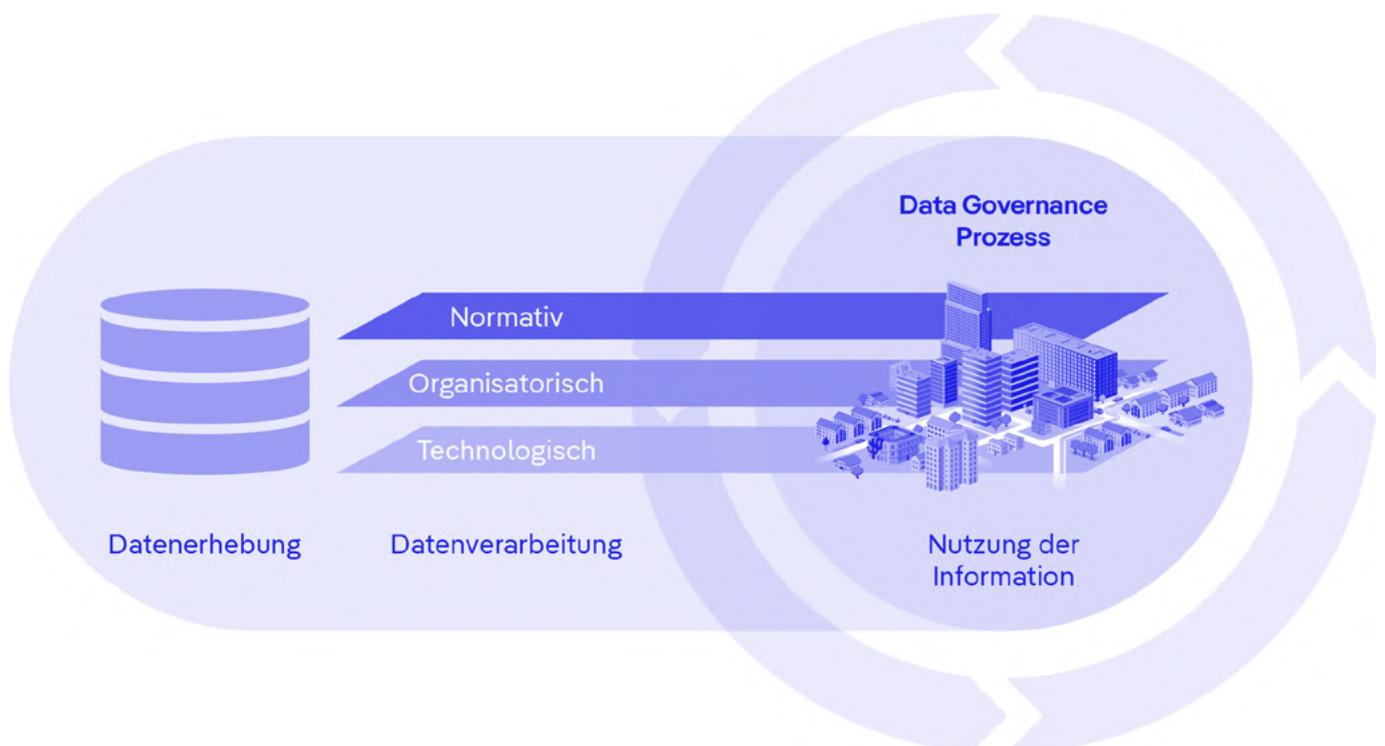
Die für die Datennutzung erörterten technisch-organisatorischen Maßnahmen werden wieder in das Maßnahmenprozessmodell integriert und nach einer Optimierungsschleife um innovative Beteiligungsformate ergänzt. Diese sollen dazu dienen, Konflikte hinsichtlich widersprüchlicher Dateninteressen der beteiligten Akteur:innen frühzeitig zu lösen, die entlang der vorherigen Schritte identifiziert wurden.

Um die Nachhaltigkeit solcher Praktiken zu gewährleisten, wird ein Ansatz zur formellen Einbindung in den Maßnahmenprozess verfolgt, da Beteiligungsprozesse, die das rechtlich verbindliche Minimum übertreffen, sonst oft aufgrund des erforderlichen Aufwands und scheinbar begrenzten Nutzens nur punktuell stattfinden.

Ausblick

Die Zukunft der Stadtentwicklung wird maßgeblich von der Fähigkeit der Verwaltung abhängen, datengetriebene Projekte effektiv zu steuern. Dazu gehört die Entwicklung klarer und transparenter Richtlinien für die Datennutzung, die Gewährleistung von Datenqualität und -verfügbarkeit sowie der Schutz personenbezogener Daten. Diese Maßnahmen sind entscheidend, um Vertrauen bei der Stadtgesellschaft zu schaffen und den Erfolg datengetriebener Lösungen zu sichern.

In einer zunehmend digitalisierten Wirtschaft und Stadtgesellschaft wird die Frage nach dem „Wie“ der Smart City zentral. Nur durch eine fundierte Data Governance können Städte die Vorteile der Digitalisierung nutzen und gleichzeitig die gesellschaftlichen sowie individuellen Rechte der Bürger:innen schützen. Eine solche Herangehensweise wird nicht nur die Lebensqualität verbessern, sondern auch das Vertrauen und die Beteiligung der Bürger:innen an der Stadtentwicklung stärken. ●



Interview mit Dr. Pascale Rouault



Seit April 2024 ist Dr.-Ing. Pascale Rouault die neue Geschäftsführerin des KWB. Pascale ist vielen Mitarbeitenden bereits bekannt. Zwischen 2007 und 2022 gehörte sie zum Team des KWB und war zuletzt als Prokuristin und Abteilungsleiterin tätig. Nach einer erfahrungsreichen Zeit als Leiterin Wasserwirtschaft und Quartiersentwicklung bei HAMBURG WASSER ist sie an die Spitze des KWB zurückgekehrt.

Wir haben Pascale am 31.10.2024 zu einem Gespräch getroffen, um sie zu ihrem letzten halben Jahr als Geschäftsführerin und zur Zukunft des KWB zu befragen.

Hallo Pascale, du bist jetzt seit gut einem halben Jahr Geschäftsführerin des KWB. Wie geht es dir?

Mir geht es sehr gut. Am KWB wurde ich wieder herzlich aufgenommen, sowohl vom Team als auch von den Gesellschaftern und Aufsichtsrät:innen sowie von Partner:innen innerhalb und außerhalb von Berlin. Ich konnte sofort mit der Arbeit beginnen. Gemeinsam widmen wir uns extrem interessanten, sinnvollen und vielseitigen **Projekten**, behalten den gesamten urbanen Wasserkreislauf im Blick und stellen uns den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Wasserwirtschaft. Wir verfolgen zahlreiche **Innovationen und Ansätze**, die die Wasserwirtschaft resilienter und effizienter gestalten sollen. Dafür haben wir ein hervorragendes **Team**. Seit dem Frühjahr haben wir auch schöne, neue Büros. Was könnte ich mir mehr wünschen?

Welche Herausforderungen hattest du in den ersten sechs Monaten deiner Geschäftsführung zu bewältigen? Auf welche Erfolge im letzten halben Jahr bist du besonders stolz?

Ich trat meine neue Aufgabe mitten in den Nachwehen unseres Umzugs an, der einen großen Teil unserer Energie beanspruchte und eine hohe Einsatzbereitschaft forderte. Es war eine großartige Teamleistung, die sich absolut gelohnt hat. Wir fühlen uns nun sehr wohl in unseren neuen Büros in einem energetisch nachhaltigen Gebäude in der Grunewaldstraße.

Unter diesen Umständen war klar, dass eine neue Geschäftsführerin, die mit neuen Visionen, Ideen, und Anforderungen kommt, für die Mitarbeitenden auch eine zusätzliche Herausforderung ist. Die wiederholten Wechsel der Geschäftsführung seit Juni 2023 erforderten viel Flexibilität. Meine Herausforderung bestand darin, den Wandel einfühlsam zu begleiten, geduldig zu sein und zu unterscheiden, was Normalität darstellt und was dem Umzug geschuldet ist. Der richtige Moment musste gefunden werden, um erste Veränderungen einzuleiten und alle Mitarbeitenden einzubeziehen. Während dieser Zeit konnte ich mir den Überblick über die Projekte verschaffen und alle neuen Mitarbeitenden kennenlernen. Es war doch sehr viel passiert innerhalb der letzten zwei Jahre, die ich nicht am KWB tätig war! Da ich das KWB jedoch sehr gut kannte, konnte ich schnell wieder in die Geschäftsabläufe einsteigen und zügig Entscheidungen treffen, die den Arbeitsalltag für alle erleichtern.

Ich bin stolz darauf, dass die Motivation der Mitarbeitenden sowie die Kreativität und der Einsatz in den Projekten während dieser Umbruchphase nicht nachgelassen haben. Die vielen neuen Projektideen und eingereichten Projektanträge zeigen, welche Potenziale in der Wasserwirtschaft stecken. Wir fühlen uns bereit für die nächsten Schritte.

Was macht aus deiner Sicht die Identität des KWB aus und bei welchen Themen für Berlin, Deutschland und Europa kann das KWB eine wichtige und entscheidende Rolle spielen?

Eine Besonderheit des **KWB** ist seine vielseitige Arbeit an allen Aspekten des (urbanen) Wasserkreislaufs. Dadurch sind wir in der Lage, die Auswirkungen grundlegender Veränderungen wie Klimawandel, Bevölkerungswachstum, Energiekrise, steigende Umweltaforderungen und Fachkräftemangel umfassend zu betrachten und ganzheitliche Lösungen zu entwickeln.

Der Forschungsbereich des KWB ist in sechs Gruppen organisiert, „**Wasseraufbereitung und -wiederverwendung**“, „**Energie & Ressourcen**“, „**Grundwasser**“, „**Regenwasser & Gewässer**“, „**Smart City & Infrastruktur**“ sowie „**Hydroinformatik**“. ▶

Schon früh haben wir uns mit Digitalisierung im Allgemeinen und ganz speziell auch mit künstlicher Intelligenz beschäftigt und nutzen mittlerweile ihre Potenziale in den Bereichen Kleingewässer, Klimaanpassung, Regenwasserbewirtschaftung, Erhalt und Betrieb der Infrastrukturen sowie Trinkwassergewinnung. Die Technologiestiftung Berlin ist dabei eine starke Partnerin, mit der wir passende Lösungen entwickeln. Unser besonderer Fokus liegt direkt oder indirekt auf dem Schutz unserer Trinkwasserressourcen, sowohl in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht. Auch die Bewertung von Technologien gehört zu unseren Schwerpunkten. Damit haben wir einen Blick auf die Energieeffizienz und die Kreislaufwirtschaft.

Die Hauptaufgabe des KWB ist die **angewandte Forschung**. Von Berlin aus arbeiten wir Hand in Hand mit den verschiedenen Stakeholdern in der Metropolregion Berlin-Brandenburg, in Deutschland und in Europa. Dazu gehören insbesondere Kommunen, Wasserver- und -entsorger sowie Ministerien. Der Vorteil unserer Arbeit liegt darin, dass unsere Ergebnisse direkt in die Anwendung münden. Wir haben das Privileg, die Auswirkungen unserer Forschung unmittelbar zu beobachten. Viele unserer Projekte haben einen starken Bezug zu Berlin. Hier kooperieren wir intensiv mit unserem Gesellschafter, den Berliner Wasserbetrieben, und der Berliner Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, die unsere direkten Partner in der Wasserwirtschaft sind. Ebenso pflegen wir einen engen und regelmäßigen Austausch mit der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, dem Landesamt für Gesundheit und Soziales Berlin, der Senatskanzlei sowie Berliner Bezirksverwaltungen. In der Vergangenheit haben wir an vielen Grundlagen für Entscheidungen und Lösungen in Berlin mitgewirkt, sei es die vierte Reinigungsstufe, die Regenwasserbewirtschaftung oder das Phosphorrecycling, um nur einige zu nennen.

Wir setzen auf eine langjährige, vertrauensvolle und ergebnisreiche Zusammenarbeit mit unseren Partner:innen. Gemeinsam arbeiten wir bereits heute an den Zukunftsthemen und Herausforderungen für unsere Stadt und die Region. Durch unsere Aktivitäten in EU-Projekten bringen wir außerdem wertvolles Know-how sowie Forschungsgelder nach Berlin und lassen zugleich andere Länder und Städte in Europa von unseren Erfahrungen und unserem Wissen profitieren. Und auch die Wirtschaft zieht Nutzen aus unseren Aktivitäten: Unternehmen profitieren von

unserer Forschung, da sie Bewertungen und Zugang zu neuesten Technologien und nachhaltigen Lösungen erhalten. Dies ermöglicht es ihnen, wettbewerbsfähiger zu werden und sich auf dem Markt besser zu positionieren.

„In der Vergangenheit haben wir an vielen Grundlagen für Entscheidungen und Lösungen in Berlin mitgewirkt, sei es die vierte Reinigungsstufe, die Regenwasserbewirtschaftung oder das Phosphorrecycling, um nur einige zu nennen.“

Ideelle Forschung sowie Beratung und Dienstleistungen auf dem freien Markt: In welchen Bereichen siehst du das größte Potenzial für das KWB? Wie gehst du mit Unsicherheiten und Risiken um?

Wir benötigen die Beratungsaufträge ganz einfach, damit wir uns unsere Forschung leisten können. Forschungsmittel decken in den meisten Fällen leider nicht die realen Kosten der Forschung. Unsicherheiten und Risiken bestehen eher darin, die Beratungsangebote auf den Markt zu bringen. Wir können und möchten uns kein kostenintensives Marketing leisten. Wir suchen gute Partnerschaften und profitieren von Mund-zu-Mund-Propaganda.

Das klingt für eine Forschungseinrichtung herausfordernd. Doch unser Ziel ist es, unsere Beratung und Dienstleistungen so zu gestalten, dass mehr Menschen, Kommunen oder Regionen von unseren Forschungsergebnissen profitieren können. Das ermöglicht uns, diese Ergebnisse weiterzuentwickeln und an die praktischen Bedürfnisse anzupassen. Dies gilt für alle Bereiche unserer Forschung. So können wir die Wirtschaft entlang des gesamten Wasserkreislaufs nachhaltig unterstützen.



Pascale Rouault bei der Moderation der WasserWerkstatt zum Thema Wasserwiederverwendung am 16.04.2024

Als gemeinnützige GmbH veröffentlichen wir alle unsere Forschungsergebnisse, einschließlich unserer Modelle, die auf [GitHub](#) zugänglich sind. Dennoch sind diese Ergebnisse nicht für alle direkt nutzbar. Unsere Beratungsleistung besteht darin, die Implementierung einer Lösung oder eines Modells für neue Standorte oder Einsatzbereiche zu ermöglichen. Ein Beispiel hierfür ist unser [SEMA-Tool](#) für Alterungsprognosen von Abwasserkanälen. In Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben entwickelt, zielt es darauf ab, die Kanalsanierung effizienter und damit kostengünstiger zu planen. Aktuell passen wir das Tool für weitere Städte, unter anderem in der Schweiz, an.

„Wir müssen in der Lage sein, die Herausforderungen der Zukunft rechtzeitig zu erkennen und dafür Lösungen zu entwickeln.“

Unsere Mitarbeitenden stehen vor neuen Herausforderungen, da Beratungsleistungen eine andere Art der Zusammenarbeit erfordern: Die Aufträge sind oft von kurzer Dauer und müssen mit den laufenden Forschungsprojekten koordiniert werden. Ein gutes Zeitmanagement ist gefragt. Auch wenn unsere Mitarbeitenden, wie in der Forschung üblich, alles bis ins kleinste Detail bei verstehen und untersuchen möchten, ist dies bei Beratung oft nur begrenzt möglich. Neue rechtliche und organisatorische Fragestellungen müssen berücksichtigt, interne Prozesse und Strukturen an die neuen Anforderungen angepasst werden. Für mich geht es darum, diese Veränderung zu begleiten und aus den Erfahrungen zu lernen.

Das KWB bietet eine breite Palette von Dienstleistungen und Beratungsleistungen. Auf welche hast du einen besonderen Fokus und warum?

Unsere Angebote sind vielfältig. Zurzeit beraten wir Kommunen, Ver- und Entsorger sowie die Privatwirtschaft zu [Sanierungskonzepten für Abwasserkanäle](#), [Phosphorrückgewinnung](#) und zur ►

Erreichung der Klimaneutralität durch Treibhausgasbilanzen sowie zur Umsetzung von Smart City-Konzepten. Zur mikrobiellen und chemischen Risikobewertung nutzen wir unser QMRA-Tool und setzen dieses zum Management von Fluss-Badegewässern ein.

Persönlich habe ich keinen besonderen Fokus, sondern achte darauf, dass unsere Angebote eine wertvolle Unterstützung für die Wasserwirtschaft bieten und dass unsere Kunden mit unseren Leistungen zufrieden sind. Mir ist wichtig, dass die Ergebnisse aus unseren Projekten zeitnah marktreif sind. Forschung kann manchmal Jahre dauern und es wäre bedauerlich, wenn gute Produkte und Erkenntnisse nur wenige erreichen würden.

Welche Strategie verfolgst du und welche Maßnahmen ergreifst du, um die nachhaltige Entwicklung des KWB zu sichern?

In den vergangenen Monaten haben wir intern bereits intensiv zu den Aufgaben, Themen und Rollen des KWB diskutiert und entwickeln Ideen für das KWB im Jahr 2035. Die Strategien für diesen Weg können nicht allein von mir kommen. Wir müssen alle mitnehmen – Mitarbeitende, Führungskräfte, Gesellschafter und Aufsichtsrät:innen. Auch die anderen Partner:innen in der Stadt, die für die Entwicklung des KWB wichtig sind, müssen einbezogen werden. Es ist wichtig, der Verwaltung, der Wirtschaft und nicht zuletzt den Bürger:innen gut zuzuhören und stets ein offenes Ohr für ihre Bedürfnisse, Wünsche und Fragestellungen zu haben. Nur so können wir unsere wichtige Position und Aufgabe als gemeinnützige und neutrale Forschungseinrichtung in der Stadt und darüber hinaus stärken. Im Mittelpunkt steht dabei unser Beitrag für Berlin im Bereich Umwelt, Wirtschaft, Bildung, Stadtplanung und Gesundheit.

Für unsere Forschung prüfen wir derzeit viele neue Ideen, Projekte und potenzielle Partnerschaften. Oft erscheinen diese Projektideen zunächst unspektakulär und manchmal auch etwas kryptisch, weil sie noch nicht in der Zeitung zu lesen sind.

Wir müssen in der Lage sein, die Herausforderungen der Zukunft rechtzeitig zu erkennen und dafür Lösungen zu entwickeln. Die Erfahrungen aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass diese Themen und Ideen in fünf oder zehn Jahren im Fokus stehen und hochaktuell sein werden. So ist das Wesen der Wissenschaft. An dieser Stelle benenne ich gerne das Beispiel der Schwammstadt. 2008 habe ich mein erstes Projekt zu dem Thema entwickelt, das vom

Bundesministerium für Forschung und Bildung geförderte Projekt KURAS. In dem Projekt haben wir mit vielen Partnern an den Grundlagen für die Umsetzung der Schwammstadt gearbeitet. Damals war es nicht leicht, der breiten Öffentlichkeit zu erklären, warum es so wichtig ist, sich diesem Thema zu widmen und zu zeigen, dass für Städte auf dem Weg zur Klimaanpassung die Schwammstadt unabdingbar ist. Heute ist das Thema, auch dank der Berliner Regenwasseragentur, in der breiten Öffentlichkeit angekommen, auch wenn die Umsetzung noch mühsam ist. Ein weiteres Beispiel sind per- und polyfluorierte Chemikalien, besser bekannt als PFAS. Als wir vor mehr als fünf Jahren mit der Forschung zu PFAS begannen, war das Thema hierzulande kaum bekannt. Inzwischen sind die ewigen Chemikalien PFAS in aller Munde.

„Risiken sind unser Kapital. Ohne die Bereitschaft, diese Risiken einzugehen, könnten wir keine Forschung betreiben!“

Im Bereich Grundwasser möchten wir unsere Aktivitäten intensivieren und stärker dazu beitragen, die Trinkwasserressourcen Berlins für die Zukunft zu sichern und zu schützen. Ein weiteres Ziel ist, die Intensivierung der Zusammenarbeit mit Hochschulen und lokalen Partnern, um die Probleme der Wasserwirtschaft gemeinsam effizienter zu lösen. Ich wünsche mir außerdem eine stärkere öffentliche Präsenz, damit die Politik und die Öffentlichkeit besser verstehen, welchen wichtigen Beitrag das KWB zur Bewältigung der heutigen und zukünftigen Herausforderungen im Wasserbereich leistet.

*Welche Fähigkeiten hältst du für entscheidend, um als Geschäftsführerin erfolgreich zu sein?
Welche langfristigen Ziele hast du dir persönlich für die kommenden Jahre gesetzt?*

Es gibt kein Patentrezept dafür: Zuhören, Fördern, Motivieren und Entscheiden sind essentiell, ebenso wie strategisches Denken und effektive Kommunikation. Meine langfristigen Ziele sind, die wirtschaftliche Stabilität des KWB zu sichern und zukunftsweisende Forschungsfragen anzugehen. Der Wassersektor steht unter erheblichem Druck. Das KWB soll verstärkt dazu beitragen, die Ressource Wasser zu schützen und unsere Städte lebenswerter



Pascale Rouault begrüßt die Gäste unserer Einzugsparty am 30.05.24

zu gestalten. Ich möchte das Bewusstsein unserer Mitmenschen schärfen, Wasser mehr wertzuschätzen und besser zu schützen.

Wie förderst du eine positive Arbeitskultur und ein produktives Umfeld im Team?

Wir haben das Glück, dass die Themen, an denen wir arbeiten, uns alle intrinsisch motivieren. Jeden Tag lernen wir etwas Neues und sind neugierig auf frische Entdeckungen und Forschungsergebnisse. Um ein produktives Umfeld zu schaffen und agiler zu werden, verbessern wir kontinuierlich unsere Prozesse. Dabei vertraue ich stark auf alle Mitarbeitenden und pflege einen intensiven Austausch mit ihnen. Ich setze mich für eine lösungsorientierte Kultur und eine direkte, unkomplizierte Kommunikation ein und bemühe mich, dies in meiner täglichen Arbeit vorzuleben.

Kannst du ein Beispiel nennen, bei dem sich ein Risiko auszahlt hat?

Vor Kurzem haben wir einen Informatiker in unser Team aufgenommen und ihn zunächst aus eigenen Mitteln finanziert. Normalerweise stellen wir nur neue Mitarbeitende ein, deren Stellen über Projekte und Aufträge gesichert und finanziert sind. Diese Entscheidung hat sich sofort ausgezahlt: Wir konnten deutliche Fortschritte erzielen, von denen alle unsere Forscher:innen profitierten.

Dadurch konnten wir unseren Kund:innen bessere Tools und zuverlässigere Modelle bereitstellen sowie unsere Forschungsprojekte weiterentwickeln.

Risiken sind unser Kapital. Jedes Thema und jede Idee, die wir entwickeln, bergen Risiken. Ohne die Bereitschaft, diese Risiken einzugehen, könnten wir keine Forschung betreiben!

Welchen Rat würdest du jungen weiblichen Führungskräften geben?

Dass sie niemals glauben sollten, dass sie aufgrund ihres Geschlechts zur Führungskraft geworden sind, auch wenn sie das vielleicht öfter zu hören bekommen könnten. Ansonsten einfach einen guten Job machen, aber das wissen sie schon selbst.

Was motiviert und inspiriert dich im Alltag bei deiner Arbeit als Geschäftsführerin?

Die Liste ist lang, aber um es kurz zu machen: Die äußerst engagierten Mitarbeitenden sowie die Begegnungen mit Projektpartner:innen und Stakeholdern motivieren mich. Es inspiriert mich, zu wissen, dass ich einen Beitrag zur Sicherung des Trinkwassers und zur Lebensqualität in der Stadt leisten kann. Jeden Tag bereichert mich neues Wissen und es erfüllt mich mit Stolz, zu sehen, wie stark unsere Arbeit die Stadt positiv beeinflusst! ●

Anlegen

Nach dem Rausschwimmen kehren wir zurück an Land. Auf den folgenden Seiten erhalten Sie Einblicke in unsere Veranstaltungsreihe „WasserWerkstatt“. Falls Sie die Einweihungsparty unseres neuen Büros verpasst haben, können Sie diese noch einmal nach-erleben. Zudem erhalten Sie einen Überblick über unser Team, aktuelle Projekte und unsere Publikationen.

Wieder an Land erwartet Sie das Folgende:

- ▶ WasserWerkstatt
- ▶ Einzugsparty
- ▶ Team
- ▶ Projektübersicht
- ▶ Publikationen



WasserWerkstatt

Seit November 2023 ist die beliebte Veranstaltungsreihe „WasserWerkstatt“ zurück! Über Jahre hinweg haben wir Akteur:innen der Wasserszene zusammengebracht und den Ideenaustausch gefördert. Nun bieten wir wieder regelmäßig Vorträge, Diskussionen und Networking zu Themen der Wasserwirtschaft an. Dankenswerterweise können wir das Audimax der Technologiestiftung Berlin mit Platz für bis zu 100 Teilnehmende nutzen. In den letzten 12 Monaten haben diese bei vier WasserWerkstätten zu Themen wie Berliner Kleingewässer, Wasserwiederverwendung, PFAS und Wasser 4.0 wertvolle Einblicke erhalten.



Die WasserWerkstatt findet nun im Rahmen der „Water Innovation Challenge Berlin“ statt, organisiert von der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, dem Startup Incubator Berlin, der IHK Berlin, dem Hochschulnetzwerk Zukunft findet Stadt und Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie.



Einzugsparty



Nach über 20 Jahren haben wir unseren alten Standort in der Cicerostraße verlassen und sind im Februar 2024 in die Grunewaldstraße in Berlin-Schöneberg umgezogen, direkt unter unsere Gesellschafterin, die Technologiestiftung Berlin.

Unsere neuen Büroräume, deren Einrichtung wir selbst gestaltet haben, sind nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern auch energetisch nachhaltig. Sie bieten flexible Arbeitsplätze und eine hervorragende Arbeitsatmosphäre. Im Mai 2024 haben wir dieses Ereignis natürlich gebührend gefeiert. Hier sind einige Eindrücke von unserer Einzugsparty!





Team



Dwight Baldwin
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Grundwasser



Ulrich Banse
Administration



Sandra Banusch
Stabsstelle Research &
Business Development



Yuki Bartels
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Dr. Enrique Campbell
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Hydroinformatik



Dr. Nicolas Caradot
Gruppenleiter
Smart City & Infrastruktur



Antoine Daurat
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Hydroinformatik



Tobias Evel
Prokurist, Kaufm. Leiter,
Gruppenleiter Administration



Lukas Guericke
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Hydroinformatik



Dr. Nasrin Haacke
Gruppenleitung
Grundwasser



Jonas Hunsicker
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Lisa Junghans
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Regenwasser & Gewässer



Jeannette Jählig
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Dr. Anne Kleyböcker
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Energie & Ressourcen



Lina Knaub
Duale Studentin
Administration

Franziska Knoche
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Regenwasser & Gewässer



Johannes Koslowski
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Energie & Ressourcen



Fabian Kraus
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Energie & Ressourcen



Moritz Lembke-Özer
Gruppenleiter
Kommunikation



Dr. Andreas Matzinger
Gruppenleiter
Regenwasser & Gewässer



Dr. Ulf Mieke
Prokurist, Gruppenleiter
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Kristine Oppermann
Projektcontrollerin
Administration



Francesco Del Punta
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Smart City & Infrastruktur



Dr. Christian Remy
Gruppenleiter
Energie & Ressourcen



Elisa Rose
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Energie & Ressourcen



Dr. Pascale Rouault
Geschäftsführung



Michael Rustler
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Grundwasser



Franziska Sahr
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Smart City & Infrastruktur



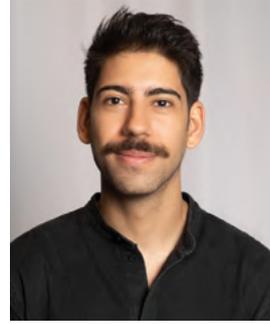
Hannah Schubach
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Rabea-Luisa Schubert
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Pia Schumann
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Energie & Ressourcen



Nikolaus de Macedo Schäfer
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Smart City & Infrastruktur



Jan Schütz
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Paul Schütz
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Smart City & Infrastruktur



Wolfgang Seis
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Hydroinformatik



Hauke Sonnenberg
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Hydroinformatik



Dr. Christoph Sprenger
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Grundwasser



Michael Stapf
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



Dr. David Steffelbauer
Gruppenleiter
Hydroinformatik



Sonja Sterling
Kommunikationsdesignerin
Kommunikation



Dr. Daniel Wicke
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Regenwasser & Gewässer



Malte Zamzow
Wissenschaftl. Mitarbeiter
Regenwasser & Gewässer



Dr. Veronika Zhiteneva
Wissenschaftl. Mitarbeiterin
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung

Trainees

Das KWB wird durch viele Nachwuchstalente unterschiedlichster Fachrichtungen unterstützt. Wir sind nicht nur stolz, diese fördern zu können (etwa durch die Betreuung zahlreicher Abschlussarbeiten), sondern auch von ihren zukunftsweisenden Ideen zu profitieren.

Elif Selin Adic

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Evelina Dietrich

Hochschule für Medien, Kommunikation und Wirtschaft,
Medien- und Wirtschaftspsychologie

Yonas Gebreslasie

Technische Hochschule
Lübeck,
Water Engineering

Gergana Georgieva

Hochschule für Technik und
Wirtschaft Berlin,
Kommunikationsdesign

Niloufar Hamzavi Sarkhaei

Brandenburgische
Technische Universität,
Environmental and Resource
Management

Jennifer Jacob

Berliner Hochschule für
Technik,
Pharma- und Chemietechnik

Abinet Jallela

Brandenburgische Technische
Universität,
Environmental and Resource
Management

Celina Krüger

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Melanie Lenz

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Ningzhou Li

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Jens Robert Lühr

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Marlen Mai

Technische Universität Berlin,
Soziologie technikwissenschaftlicher
Richtung

Jette Michalski

Freie Universität Berlin,
Biodiversity, Evolution and
Ecology

Philipp Mövius

Berliner Hochschule für Technik,
Pharma- und Chemietechnik

Bruno Nadelstumpf

Universität Stuttgart,
Umweltschutztechnik

Chantal Nathalie Polenz

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Maike Schultze

Humboldt-Universität zu
Berlin,
Volkswirtschaftslehre

Christopher Sonntag

Freie Universität Berlin,
Geographische Entwicklungsforschung

Vivan Pauline Stöckl

Humboldt-Universität zu
Berlin, Geografie

Tasmina Bahadur Surma

Universität Duisburg Essen,
Management and Technology
of Water and Waste Water

Smilla Noemi Tettenborn

Hochschule für Technik und
Wirtschaft Berlin,
Kommunikationsdesign

Renee Victoria Monika

Wickel

Technische Universität Berlin,
Technischer Umweltschutz

Fabian Aki Wulf-Misaki

Technische Universität Berlin,
Stadtökologie - Urban Eco-
system Sciences

Projektübersicht 2024

Titel	Thema	Mittelgebende	Laufzeit	Projektleitung	Arbeitsbereich
ABLUF3	Bewertung und Übertragung der Mitbehandlung von Abluft in der Belebung	BWB	Dez. 23 - Nov. 25	Ulf Miehe	Prozessinnovation
AD4GD	All Data 4 Green Deal – Ein integrierter, FAIR-Ansatz für den gemeinsamen europäischen Datenraum	EU Horizon Europe	Sep. 22 - Aug. 25	Malte Zamzow	Urbane Systeme
AMAREX	Anpassung des Managements von Regenwasser an Extremereignisse	BMBF	Feb. 22 - Jan. 25	Andreas Matzinger	Urbane Systeme
BOOST-IN	Förderung der Einführung innovativer Lösungen im Zusammenhang mit Wasser und Kreislaufwirtschaft	EU Horizon Europe	Jan. 24 - Dez. 26	Anne Kleyböcker	Prozessinnovation
City Blues	Bluegreen - Naturbasierte Lösungen für die Anpassung an den Klimawandel und das Wohlergehen der Bürger	EU INTERREG	Nov. 23 - Okt. 26	Paul Schütz	Urbane Systeme
DASAM	Datengestützte Verwaltung von Kanalisationsanlagen in Deutschland und Israel	BMBF	Okt. 23 - Sep. 26	Nicolas Caradot	Urbane Systeme
Data Governance	Data & Smart City Governance am Beispiel von Luftgütemanagement	Land Berlin	Nov. 22 - Sep. 25	Nicolas Caradot	Urbane Systeme
DeWaResT	Dezentrale Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung für Regionen mit saisonalem Trockenstress	BMBF	Aug. 21 - Jan. 24	Jeannette Jährg	Prozessinnovation
DigiWaVe	Digitale Lösungen für eine ressourceneffiziente und sichere Wasserwiederverwendung im urbanen Raum	BMBF	Sep. 23 - Aug. 25	Jonas Hunsicker	Prozessinnovation
FlexTreat	Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft	BMBF	Feb. 21 - Jan. 24	Michael Stapf	Prozessinnovation
GeoSalz	Dynamik des Salzwasseraufstiegs zur Früherkennung gefährdeter Brunnen und Quantifizierung des hydraulischen Entlastungspotenzials	BWB	Aug. 21 - Jul. 24	Christoph Sprenger	Grundwasser
IMPETUS	Dynamisches Informationsmanagement für die Umsetzung klimaresilienter Anpassungspakete in europäischen Regionen	EU H2020	Sep. 21 - Mär. 25	Nasrin Haacke	Grundwasser, Prozessinnovation
iOLE	Intelligente Online-Leckage-Erkennung	BMBF	Sep. 23 - Aug. 25	David Steffelbauer	Urbane Systeme, Hydroinformatik
IWIQ	Konzeptphase Reallabor: Integrierte Wasser- u. Wärmerückgewinnung im Quartier	Land Berlin/ BWB	Mai 24 - Okt. 24	Ulf Miehe	Prozessinnovation
LASSO	Weitergehende Untersuchung der Lachgasemissionen aus der biologischen Abwasserreinigung	BWB	Okt. 23 - Sep. 25	Christian Remy	Prozessinnovation
LIWE	Abwasserbehandlung u. Phosphorrückgewinnung im Großmaßstab in Lidköping	EU LIFE	Jul. 18 - Jun. 27	Fabian Kraus	Prozessinnovation

Titel	Thema	Mittelgebende	Laufzeit	Projektleitung	Arbeitsbereich
MaWaSta	Machbarkeitsstudie zur Wasserwiederverwendung in Stahnsdorf	BWB	Aug. 24 - Apr. 25	Jan Schütz	Prozess-innovation
ProClean-Lakes	Integrierte neue Ansätze für den gemeinsamen Schutz und die Wiederherstellung von natürlichen Seen im Sinne der europäischen Unterstützung des Lebenserbes	EU Horizon Europe	Jun. 24 - Mai 28	Malte Zamzow	Urbane Systeme
PROMISCES	Auf dem Weg zu einer schadstofffreien Kreislaufwirtschaft	EU H2020	Okt. 21 - Mär. 25	Veronika Zhiteneva	Prozess-innovation
Raindrop	Optimierung der Regenwasserentwässerung	BML Österreich; Länder Steiermark, Salzburg, Kärnten, Niederösterreich, Stadt Villach, Linz Service GmbH	Mär. 24 - Feb. 26	David Steffelbauer	Urbane Systeme/ Hydro-informatik
ReCreate	Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der integrierten alternativen Bewirtschaftung von Wasserressourcen für die regionale Anpassung an den Klimawandel	EU Horizon Europe	Jan. 24 - Dez. 27	Anne Kleyböcker	Prozess-innovation
R-Rhenania	Modifiziertes Rhenania Phosphat aus Klärschlammasche für Bayern	BMBF	Jul. 20 - Jun. 26	Fabian Kraus	Prozess-innovation
SafeCREW	Klimaresilientes Management für sichere desinfizierte und nicht desinfizierte Wasserversorgungssysteme	EU Horizon Europe	Nov. 22 - Apr. 26	Christoph Sprenger	Prozess-innovation
SEMA Berlin 3	Untersuchung der Verlängerung der technischen Nutzungsdauer von Schlauchlinern und Weiterentwicklung des SEMAplus Haltungssimulators zum Risiko der Schadhafteigkeit von Haltungen um das Schadensausmaß	BWB	Dez. 22 - Nov. 24	David Steffelbauer	Urbane Systeme
Smart Water	Agile Planung von Regenwasserbewirtschaftung mit Fokus auf städtisches Grün und Blau	Land Berlin	Nov. 22 - Sep. 26	Andreas Matzinger	Urbane Systeme
ULTIMATE	Symbiose von Industrie und Wasser für eine intelligentere Wassergesellschaft	EU H2020	Jun. 20 - Mai 24	Anne Kleyböcker	Prozess-innovation
WaterMan	Förderung der Wasserwiederverwendung im Ostseeraum durch den Aufbau von Kapazitäten auf lokaler Ebene	EU INTERREG	Jan. 23 - Dez. 25	Elisa Rose, Pia Schumann	Prozess-innovation
Zukunft	Die Zukunft des Wassers in Berlin-Brandenburg	BWB	Apr. 24 - Dez. 24	Ulf Miehe	Prozess-innovation

Legende:

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BWB	Sponsoring der Berliner Wasserbetriebe
BML Österreich	Bundesministerium für Landwirtschaft Österreich
EU H2020	EU Horizon 2020

Publikationen

Projektberichte:

Baldwin, D., Sprenger, C. (2024). Simplified model of a two-layer aquifer system under stress of geogenic groundwater salinization. Report GeoSalz Project. Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 67.

Bastin, L., Kriukov, V., Lush, V., Serral, I., Hudson, T., Borger, C., Zamzow, M., Brüch, L. (2024). AD4GD D6.1 Pilot Technical Implementation Planning, Implementation and Assessment. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10839023>.

Guericke, L. (2024). Untersuchung der technischen Nutzungsdauer von Schlauchlinern. Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 53.

Hörschemeyer, B. ..., Zamzow, M., Seis, W., Matzinger, A., Sonnenberg, H., Rouault, P., et al. (2023). Leitfaden RessourcenPlan – Teil 1: Konzeption RessourcenPlan. Ergebnisse des Projekts R2Q RessourcenPlan im Quartier. Münster, FH Münster: 57.

Hörschemeyer, B. ..., Zamzow, M., Seis, W., Matzinger, A., et al. (2023). Leitfaden RessourcenPlan – Teil 2.1: Ressourcenmanagement Niederschlagswasser. Ergebnisse des Projekts R2Q RessourcenPlan im Quartier: 147.

Hörschemeyer, B. ..., Zamzow, M., Matzinger, A., et al. (2023). Leitfaden RessourcenPlan – Teil 3.1: Kurzanleitung RessourcenPlan. Ergebnisse des Projekts R2Q RessourcenPlan im Quartier: 32.

Kerres, K. ..., Caradot, N., Rouault, P., Zamzow, M., et al. (2021). Schlussbericht SubKanS: Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten. (Nachtrag - bisher noch nicht in KWB-Jahresberichten gelistet).

Kleyböcker, A., et al. (2024). New approaches and best practices for closing the energy cycle within symbioses clusters (ULTIMATE D1.4). Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 127.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Lessons learned from synergy workshops (ULTIMATE D1.10). Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 88.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Technology Evidence Base Final Version (NextGen D1.7). Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 30.

Knoche, K., Matzinger, A. (2024). Erweitertes Monitoringkonzept zur Überprüfung der Gewässerqualität der RWA Ost im Wärmenetz LowEx TXL. Report Projekt LoopSee/Wärmenetz LowEx TXL. Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin: 20.

Naves Arnaldos, A. ..., Jährg, J., Kleyböcker, A., Miehe, U., et al. (2024). New approaches and best practices for closing the water cycle within symbioses clusters (ULTIMATE D1.3). Manresa, Spain, Eurecat.

Remy, C., et al. (2024). ULTIMATE D2.2: LCA, cost and risk assessment for Water Smart Industrial Symbiosis. Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH: 220.

Seis, W., et al. (2024). Validierungsleitfaden für die uneingeschränkte Bewässerung. Report FlexTreat Projekt. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13756831>.

Sgroi, M. ..., Kraus, F. et al. (2024). New approaches and best practices for closing the material cycles within symbioses clusters. Report ULTIMATE Project. Ancona, Italy, UNIVPM: 168.

Sprenger, C., Wullenweber, J. (2024). Report on seasonal bacteria fluctuation in raw water of non-disinfected case study sites in Northern Germany. Report SafeCrew Project. Berlin, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, DVGW-TUHH.

van den Broeke, J., Kleyböcker, A., Remy, C. et al. (2024). Three ULTIMATE WSIS Integrated Assessments (D5.6). Nieuwegein, Netherlands, KWR: 84.

Konferenzbeiträge:

Daniel, I., Steffelbauer, D. B., et al. (2024). Enhancing technology transfer by combining data-driven and model-based leakage detection in drinking water distribution networks. EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, Copernicus. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-16713>.

Del Punta, F., et al. (2024). Adaptation and Transfer of the Urban Water Balance Model ABIMO. 16th International Conference on Urban Drainage 2024, Delft, Netherlands.

Guericke, L., et al. (2024). Data-driven asset management: toward the deployment of risk-based rehabilitation planning in Lausanne. International Conference on Urban Drainage, Delft, Netherlands.

Guericke, L., et al. (2024). Assessing the Longevity of CIPP Sewer Liners: A Comprehensive Study of Service Life and Failure Modes. European Young Water Professionals Conference, Copenhagen, Denmark.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Full-scale nutrient recovery at a municipal wastewater treatment plant producing struvite and ammonium sulfate solution. The IWA 2024 Conference on the Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, Budapest, Hungary.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Förderung und Markteinführung von innovativen Lösungen und der Kreislaufwirtschaft im Wassersektor. Re-Water in Braunschweig, Deutschland.

Knoche, F., et al. (2024). Perspektiven für den urbanen Gewässerschutz durch dezentrales Regenwassermanagement. Aqua Urbanica 2024. Graz, Österreich: 7.

Knoche, F., et al. (2024). Strategic planning of blue-green infrastructure to reduce surface water pollution from combined sewer overflows. 2nd International Conference on Urban Water Interfaces 2024. Berlin, Germany: 2.

Knoche, F., et al. (2024). Strategic planning of blue-green infrastructure to reduce surface water pollution from combined sewer overflows. 16th International Conference on Urban Drainage 2024, Delft, Netherlands: 4.

Kraus, F. (2024). Marktpotential und Logistik beim Phosphor-Recycling. ÖWAV-Klärschlammtagung 2024, Wels, Österreich.

Mazzoni, F. ..., Steffelbauer, D. B. et al. (2024). Residential End Uses of Water: Global Evidence. 3rd International Joint Conference on Water Distribution Systems Analysis & Computing and Control for the Water Industry (WDSA/CCWI 2024), Ferrara, Italy, MDPI. <https://doi.org/10.3390/engproc2024069149>.

Remy, C. (2024). CO2e-Emissionfaktoren bereitstellen zur Unternehmensbilanz - Scope 3. DWA WebSeminar „Zero Emission? Beiträge der Abwasserbeseitigung zur Reduzierung der CO2e-Emissionen“, online, DWA.

Remy, C. (2024). Treibhausgasbilanz der Produktion und Regeneration von Aktivkohle. DWA Expertengespräch „Aktivkohle aus Biomasse für eine nachhaltige Abwasserreinigung“, Kassel, FG Siedlungswasserwirtschaft der Universität Kassel, Deutschland.

Remy, C., Gnirß, R. (2024). Methodische Ansätze für Scope 3 der Treibhausgasbilanz bei den Berliner Wasserbetrieben. 57. Essener Tagung, Essen, Gesellschaft zur Förderung des Instituts Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Deutschland.

Schütz, J., et al. (2024). Modelling and scenario investigation of two wastewater treatment plants for the development of a predictive joint control system. The IWA 2024 Conference on the Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, Budapest, Hungary.

Schütz, J., et al. (2024). Novel Constructed Wetlands for Decentralised Treatment and Reuse of Wastewater in Suburban and rural areas. 2nd International Conference on Urban Water Interfaces, Berlin, Germany.

Stapf, M., et al. (2023). Ozonung und UV-Desinfektion: eine gute Kombination für die Wasserwiederverwendung? 15. Aachener Tagung Wassertechnologie, Aachen, Deutschland.

Wicke, D., et al. (2024). PFAS in urban storm-water runoff of industrial catchments. 16th International Conference on Urban Drainage ICUD, Delft, Netherlands.

Zamzow, M., et al. (2024). Satellite data for monitoring and management support of small lake water quality. ICUD - International Conference on Urban Drainage, Delft, Netherlands.

Zamzow, M., et al. (2022). Impact of Inspection Data Quality on Structural Substance Assessment of Sewers. LESAM 2022, Bordeaux, France.

Artikel in Fachzeitschriften:

Campbell, E., et al. (2024). The Dual Model under Pressure: How Robust Is Leak Detection under Uncertainties and Model Mismatches? Engineering Proceedings: 69(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2024069089>.

Jährig, J., et al. (2024). Wasserwiederverwendung zur Kühlung im dänischen Kalundborg. Wasserwirtschaft Wassertechnik (wwt) 9: 46-49.

Jährig, J., et al. (submitted). Performance and life cycle assessment of different pre-treatments for reverse osmosis to enable water reuse. Water Sci. Technol.

Kerres, K., ..., Zamzow, M., et al. (2021). Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Kanalhaltungen. Korrespondenz Abwasser, Abfall (6): 440. (Nachtrag - bisher noch nicht in KWB-Jahresberichten gelistet). <https://doi.org/10.3242/kae2021.06.002>.

Kisielius, V., ..., Zhiteneva, V., et al. (2024). Pharmaceutical emissions on the example of the Baltic Sea catchment: comparing measurements with multi-tier predictive models. J Hazard Mater 476: 134998. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.134998>.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Abwasserreinigung und Biogasproduktion von Brauereiabwasser. Wasserwirtschaft Wassertechnik (wwt) 2024(6): 30-33.

Kleyböcker, A., et al. (2024). ULTIMATE Kooperation für eine intelligente Wasserwirtschaft. Wasserwirtschaft Wassertechnik (wwt) 3: 50-51.

Kleyböcker, A., et al. (2024). Towards carbon neutrality and circular economy: an innovative combination of enhanced biogas productions and nutrient recovery from sludge dewatering liquor at a municipal wastewater treatment plant in Germany. Water, Science and Technology 90(3): 680-695. <https://doi.org/10.2166/wst.2024.247>.

Sampaio, P. R., Caradot, N., et al. (2024). A multi-objective optimization approach for wastewater network long-term rehabilitation planning: a case study. Water Practice and Technology 19(1): 1-19. <https://doi.org/10.2166/wpt.2024.001>.

Schramm, E., ..., Remy, C., et al. (2024). Substitution von Trinkwasser: Potenziale der Betriebswassernutzung in Frankfurt am Main. gwf Wasser|Abwasser (10): 65-71.

Schumann, P., Rose, E., (2024). WaterMan - Wasserwiederverwendung im Ostseeraum ist das Ziel. Wasserwirtschaft Wassertechnik wwt 7-8: 66-69.

Schütz, J., et al. (submitted). Modelling and set-point definition for the development of a joint control system of two interconnected wastewater treatment plants and its application in practice. Water, Science and Technology.

Seis, W., et al. (submitted). Comparison of statistical evaluation approaches for log-removal validation according to European water reuse regulations. Science of the Total Environment.

Seis, W., et al. (2024). A new Bayesian approach for managing bathing water quality at river bathing locations vulnerable to short-term pollution. Water Research 252. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121186>.

Zamzow, M., et al. (2023). Belastungspotenzial abschätzen, um Anschluss urbaner Flächen an Trennkanalisation zu planen. Aqua & Gas 12/2022: 70 - 75.

Buchkapitel

Caradot, N., et al. (2024). Smart Water Management. Springer Handbook of Internet of Things, Cham, Springer International Publishing: 805-824. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39650-2_33.

Abschlussarbeiten:

Adic, E. S. (2024). Persistente und mobile Substanzen und per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in städtischem Regenwasser: Bewertung der Auswirkung auf Berliner Oberflächengewässer. Fachgebiet Wasserreinigung. Berlin, Bachelor Thesis, Fachgebiet Wasserreinigung, Technische Universität Berlin: 65.

Stöckl, V. (2024). Szenarienanalyse – Modellierung von Stofftransportprozessen in der ungesättigten Bodenzone mit Hydrus-1D. Berlin, Bachelor Thesis, Fachgebiet Geographie, Humboldt Universität Berlin: 59.

Literaturnachweise

S. 14-19: Das Dual Model als Tool für aktive Leckageerkennungsprogramme

Daniel, I., Pesantez, J., Letzgus, S., Khaksar Fasaee, M. A., Alghamdi, F., Berglund, E., Mahinthakumar, G., Cominola, A. (2022). A Sequential Pressure-Based Algorithm for Data-Driven Leakage Identification and Model-Based Localization in Water Distribution Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 148(6), p.04022025. DOI:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001535.

European Federation of National Associations of Water Services (EurEau) (2021). Drinking water Supply and Leakage Management: Effective Asset of water supply infrastructure and management of water losses from the distribution system are critical parts of the water suppliers' role. Page 5. Retrieved from: <https://www.eureau.org/resources/briefing-notes/5735-eureau-briefing-note-on-drinking-water-supply-and-leakage-management/file>.

European Parliament and Council of the European Union (2020). Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Union*, L 435, 1-62. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020L2184>.

Nordahl, E., Abraham, E., Deuerlein, J., Piller, O., Tscheikner-Grat, F., Steffelbauer, D.B. (2022). Leak Localization with the Dual Model on a Real-World Water Distribution System. HAL (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe).

Thornton, J., Sturm, R., & Kunkel, G. (2008) *Water loss control*, McGraw-Hill New York.

Vrachimis, S., Eliades, D., Taormina, R., Kapelan, Z., Ostfeld, A., Liu, S., Kyriakou, M., Pavlou, P., Qiu, M., Polycarpou, M., (2022). Battle of the Leakage Detection and Isolation Methods. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 148. 04022068. 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001601.

S. 42-45: Das „Wie“ in der Smart City

Bogumil, J., Kuhlmann, S. (2021). Digitale Transformation in deutschen Kommunen. *Die Verwaltung*, (1), 105-132.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2022). Akteurskonstellationen in der digitalen Stadt. Ansätze zur Einbindung verwaltungsexterner Akteursgruppen in deutschen Smart-City-Vorhaben. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2022/bbsr-online-25-2022-dl.pdf>.

de Macedo Schäfer, N., Schweinberg, M. J., Stenzel, M., Grafenstein, M. (2023). Data Governance im Spannungsfeld datengetriebener Verwaltung. Herausforderungen von Kommunen bei der Etablierung einer Smart City Administration (Data governance in data-driven administration. Challenges of municipalities in the establishment of a Smart City administration).

Frank, R. D., Grafenstein, M. v., Rothfritz, L. (2022). Open Data und die Risikowahrnehmung in der Öffentlichen Daseinsvorsorge. *Einstein Center Digital Future*. DOI: 10.5281/zenodo.6285549.

Grafenstein, M. v. (2022). Reconciling Conflicting Interests in Data through Data Governance: An Analytical Framework (and a Brief Discussion of the Data Governance Act Draft, the AI Regulation Draft, as well as the GDPR). *HIIG Discussion Paper Series 2022-2*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.645773>.

Wischmeyer, T. (2018). Regulierung intelligenter Systeme. *Archiv des öffentlichen Rechts*, 143(1), 1-66.

Bildnachweise

- S. 2: Christoph Donner, © Jack Hoyer / Berliner Wasserbetriebe
Nicolas Zimmer, © S. Wieland
- S. 4: © KWB / Sonja Sterling
- S. 7: © Sarah Sever via Pixabay
- S. 9: © Rafael Paul via Pexels
- S. 10: © KWB / Sonja Sterling
- S. 12: © Dr. Daniel Wicke
- S. 13: © KWB / Dr. Christoph Sprenger, Sonja Sterling
- S. 15: © KWB / Sonja Sterling, Enrique Campbell
- S. 16: © KWB / Sonja Sterling, Enrique Campbell
- S. 19: © Aysenur Saglam via Pexels
- S. 20: © Nayla Charo via Pexels
- S. 22-23: © KWB / Sonja Sterling
- S. 25: © KWB / Gergana Georgieva
- S. 26-27: © KWB / Sonja Sterling
- S. 29: © KWB / Sonja Sterling
- S. 30: © KWB / Gergana Georgieva / Sonja Sterling
- S. 33-34: © KWB : Gergana Georgieva / IMPETUS
- S. 35: Jackson Hendry via Unsplash
- S. 37: John Towner via Unsplash
- S. 38: © KWB / Sonja Sterling
- S. 40-41: © KWB / Sonja Sterling
- S. 42: © KWB / Gergana Georgieva / Sonja Sterling
- S. 45: © HIIG, Neugestaltung: Sonja Sterling
- S. 46: © KWB / Sonja Sterling
- S. 49: © Iryna Dazhura für KWB
- S. 51: © Iryna Dazhura für KWB
- S. 54-55: © Iryna Dazhura u. Franz Josef für KWB
- S. 56-57: © Iryna Dazhura für KWB
- S. 58-60: © KWB / Iryna Dazhura, Sonja Sterling

Impressum

Herausgeber
Kompetenzzentrum Wasser
Berlin gGmbH
Grünwaldstraße 61-62
10825 Berlin

Geschäftsführerin
Dr.-Ing. Pascale Rouault

Redaktion
Moritz Lembke-Özer
(Chefredaktion)
Dr. Veronika Zhiteneva
Ulrich Banse

Redaktionsschluss
01.11.2024

Übersetzung
Moritz Lembke-Özer

Umsetzung
Sonja Sterling (Leitung)
Gergana Georgieva

Druck
Burger Druck GmbH

Beim Editieren und
Übersetzen wurden
Jasper AI und DeepL
verwendet.

 www.kompetenz-wasser.de

 [Kompetenzzentrum Wasser Berlin](https://www.linkedin.com/company/kompetenzzentrum-wasser-berlin)

KWVB

Kompetenzzentrum Wasser Berlin
gemeinnützige GmbH