Jahresbericht 2019

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

Über das Kompetenzzentrum Wasser Berlin 4
Grußwort 5
Das Jahr 2019 in Zahlen 6
Vorwort 7

FORSCHUNG IM FOKUS
Was tun, wenn das Grundwasser schwindet? 8
„Klimaresilienz ist ohne Digitalisierung nicht denkbar“ 12
Algorithmen bringen Licht ins Dunkel 16
Forschung für eine lebenswerte Stadt 20

PROZESSINNOVATION
Kombination naturnaher und technischer Systeme in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung 22
Verringerung des Eintrags von Arzneimittelrückständen in Gewässer des Einzugsgebietes der Ostsee 23
Zuverlässige Messtechnik und Steuer-/Regelkonzepte für Ozonanlagen 24
Schließung von Nährstoffkreisläufen in der europäischen Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie 25
Wertstoffrückgewinnung aus Abwasser 26
Untersuchung von Wasserwiederverwendung, Nährstoffrückgewinnung und Energiegewinnung aus Abwasser 27
Recyclingdünger liefern Beiträge zum Ressourcen- und Gewässerschutz 28
Einsatzmöglichkeiten von Nährstoff-Rezyklaten im Ökolandbau 29
Weitergehende Abwasserbehandlung und Ressourcenrückgewinnung in einem neuen Klärwerk in Schweden 30
Phosphatrecycling – Eine externe Aufbereitung der Klärschlammasche ist für Berlin sinnvoll 31
Energiebedarf und Treibhausgasemissionen von Klärwerken lassen sich weiter absenken 32
Schaffung von Synergien zwischen kommunalen Abwassersystemen und der Abfallwirtschaft 33
Belüftungssysteme in Klärwerken haben immer noch Optimierungspotenzial 34
Entwicklung von digitalen Lösungen für Membrankläranlagen 35
Aufbereitung von Grundwässern mit erhöhtem Sulfatgehalt 36

URBANE SYSTEME
Einsatz von digitalen Tools im europäischen Wassersektor 37
Umsetzung von Schwammstadt-Konzepten in China 38
Gestaltung einer klimaresilienten Wasserinfrastruktur für die Stadt der Zukunft 39
Ressourceneffizienz bereits in der Vorplanung von Bauprojekten anlegen 40
Neubaufassaden können die Biozide Diuron und Terbutryn freisetzen 41
Neue Filtermaterialien sollen auch Biozide im Regenwasserabfluss entfernen 42
Verbesserung der Badegewässerqualität in Barcelona und Berlin 43
Forschung für saubere Badegewässer 44
Optimierung von Instandhaltungsstrategien für Abwassernetze 45
Präzise Zustandsprognosse von Abwasserkanälen mithilfe von Alterungsmodellen 46
Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten 47

GRUNDWASSER
Untersuchung der Folgen des Klimawandels für die künstliche Grundwasseranreicherung 48
Entwicklung von standardisierten Prozessen für das Management von Forschungsdaten 49
Entwicklung eines web-basierten Echtzeitmonitoring- und Kontrollsystems für die gezielte Grundwasseranreicherung 50
Kleine Fördervorhaben und Aufträge 51

NETZWERK UND KOMMUNIKATION 52
Mitgliedschaften 56
Das Team 58
Trainees 60
Veröffentlichungen 61

IMPRESSUM

Herausgeber:
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Cicerostraße 24, 10709 Berlin
Telefon: +49-30-536 53 800
kompetenz-wasser.berlin

Geschäftsführerinnen:
Regina Gnirß, Edith Rossbach

Redaktion:
Dr. Bodo Weigert
Ahnen&Enkel, Marcus Franken (Ltg.)

Autor*innen: Kristina Simons, Lars Klaaßen

Korrektorat: Ahnen&Enkel, Petra Schäfter

Übersetzung:
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, contrado GmbH

Gesamtleitung:
Ahnen&Enkel, Marcus Franken
ahnenenkel.com

Gestaltung:
Ahnen&Enkel, Claudia Probst

Druck:
Spreedruck
spreedruck.de

RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
FSC® C125128

Bildquellen:
Titelseite Adobe Stock/ArTo; Seite 2/63 Adobe Stock/Peter Jesche; Seite 3 Die Hoffotografen, Technologiestiftung Berlin; Seite 5 Berliner Wasserbetriebe/Jack Simanzik, Jeannette Dobrindt; Seite 8 KWB; Seite 10/11 KWB; Seite 12 Andreas [FranzXaver] Süß; Seite 14/15 Benjamin Pritzkuleit; Seite 16 Andreas [FranzXaver] Süß; Seite 18/19 Benjamin Pritzkuleit, KWB; Seite 22 Lukas von Loeper; Seite 23 KWB; Seite 24 MeRo-Zon; Seite 25 KWB; Seite 26/27 KWB; Seite 28 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); Seite 29 KWB, Mark Lotse; Seite 30 Lidköping Kommun; Seite 31 BWB; Seite 32 KWB; Seite 33 REEF 2W; Seite 34/35 KWB; Seite 36 Sascha Begemann; Seite 37 Benjamin Pritzkuleit, Rühmeier, KWB; Seite 38/39 KWB; Seite 40 Stadt Herne; Seite 41 KWB; Seite 42 Funke Kunststoffe GmbH; Seite 43 KWB; Seite 44 KWB; Seite 45 Berliner Wasserbetriebe; Seite 46 KWB, Christian Lietzmann; Seite 47 Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH; Seite 48 KWB; Seite 49 Jørgen Stamp; Seite 50 KWB; Seite 52 Andreas [FranzXaver] Süß; Seite 54/55 KWB, Xylem, Lukas von Loeper, Benjamin Pritzkuleit; Seite 58/59 Jeanette Dobrindt, KWB, Private; Seite 60/Rückseite Andreas [FranzXaver] Süß

Wer wir sind

Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) ist eine gemeinnützige GmbH mit Sitz in Berlin, gegründet im Jahr 2001. Gesellschafter*innen sind die Berliner Wasserbetriebe und die Technologiestiftung Berlin. Unser satzungsgemäßer Auftrag ist die Förderung von Wissenschaft, Forschung und Entwicklung im Bereich Wasser. Dazu entwickeln wir anwendungsorientierte Forschungsvorhaben entlang des gesamten Wasserkreislaufs und führen sie gemeinsam mit unseren Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung durch. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, Städte auch in Zukunft lebenswert zu gestalten. Mit unseren Netzwerkaktivitäten schaffen wir Verbindungen zwischen professionellen Akteur*innen im nationalen und internationalen Wassersektor. Unsere Öffentlichkeitsarbeit liefert interessierten Bürger*innen aktuelle Informationen rund um das Thema Wasser.

ZERTIFIZIERTES MANAGEMENTSYSTEM DIN EN ISO 9001 ZER.QMS

Initiative Transparente Zivilgesellschaft

Aufsichtsrat

Frank Bruckmann
Vorsitzender der Geschäftsführung Berlinwasser Holding GmbH/
Finanzvorstand Berliner Wasserbetriebe

Thilo Burkard
Verein zur Förderung des Wasserwesens VFW e. V. (seit April 2019)

Daniel Crawford
Verein zur Förderung des Wasserwesens VFW e. V. (bis April 2019)

Christian Rickerts
Staatssekretär in der Senatsverwaltung für
Wirtschaft, Energie und Betriebe (seit Oktober 2019)

Jörg Simon (Vorsitz)
Vorstandsvorsitzender Berliner Wasserbetriebe/
Mitglied der Geschäftsführung Berlinwasser Holding GmbH (Vorsitz)

Prof. Dr. Paul Uwe Thamsen
Technische Universität Berlin, Leiter des Fachgebiets Fluidsystemdynamik

Stefan Tidow
Staatssekretär in der Senatsverwaltung für Umwelt,
Verkehr und Klimaschutz (seit Oktober 2019)

Dr. Jürgen Varnhorn
Senatsverwaltung für Wirtschaft,
Energie und Betriebe (bis Dezember 2019)

Markus Voigt
Präsident des Vereins der Berliner Kaufleute
und Industrieller VBKI (seit Oktober 2019)

Nicolas Zimmer
Vorstandsvorsitzender Technologiestiftung Berlin

Stand Dezember 2019

Gesellschafter

berlinwasser

Berliner Wasserbetriebe

TECHNOLOGIE STIFTUNG BERLIN

Jörg Simon

Nicolas Zimmer

Klimawandel, Bevölkerungsentwicklung und alternde Infrastrukturen stellen Städte weltweit vor erhebliche Herausforderungen, die Daseinsvorsorge für die Menschen zu sichern. Die komplexen Aufgaben sind ohne die Möglichkeiten der Digitalisierung nicht zu bewältigen. Dies gilt auch für modernes Wassermanagement.

Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) ist mit seinem engagierten Team in nahezu allen wichtigen Fragestellungen des urbanen Wassermanagements zuhause und entwickelt in Forschungsvorhaben Lösungen, die für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft von besonderer Relevanz sind: Energieeffizienz, Klimaresilienz, Asset Management, Gewässerschutz und Ressourceneffizienz. Dabei entwickeln die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des KWB digitale Anwendungen als Lösungen für komplexe Aufgaben: z. B. Maschinelles Lernen für die Frage, wie Kanäle altern, oder Virtuelle Realität, um Prozesse im Grundwasser sichtbar zu machen, aus dem Berlin sein Trinkwasser gewinnt.

Mit den sehr praxisorientierten Ergebnissen seiner Forschungsprojekte wie etwa dem Frühwarnsystem für Flussbadestellen trägt das KWB dazu bei, Wasser als Medium der Daseinsvorsorge direkt mit Smart-City-Ansätzen zu verbinden.

Es kommt daher auch nicht von ungefähr, dass das KWB in Forschungskonsortien, besonders auch international, ein sehr gefragter Partner ist.

Wir, die Berliner Wasserbetriebe und die Technologiestiftung Berlin, sind begeistert, welche enorme Fachexpertise das Kompetenzzentrum Wasser Berlin als Forschungsinstitution aufgebaut hat, und freuen uns, dass diese in Berlin nachgefragt wird und tatsächlich auch zum Einsatz kommt.

Wir danken dem Team des Kompetenzzentrums Wasser Berlin für sein außerordentliches Engagement!

Jörg Simon
Vorstandsvorsitzender Berliner Wasserbetriebe/
Mitglied der Geschäftsführung
Berlinwasser Holding GmbH

Nicolas Zimmer
Vorstandsvorsitzender Technologiestiftung Berlin

Das Jahr 2019 in Zahlen

33 Mitarbeiter*innen

35 Praktikant*innen und studentische Mitarbeiter*innen

38 Projekte mit einem Gesamtvolumen von 8,6 Millionen Euro

Jahrestranche 2019
2,8 Millionen Euro

86.000 Euro
Drittmittel pro Mitarbeiter*in

Vernetzung und Kommunikation

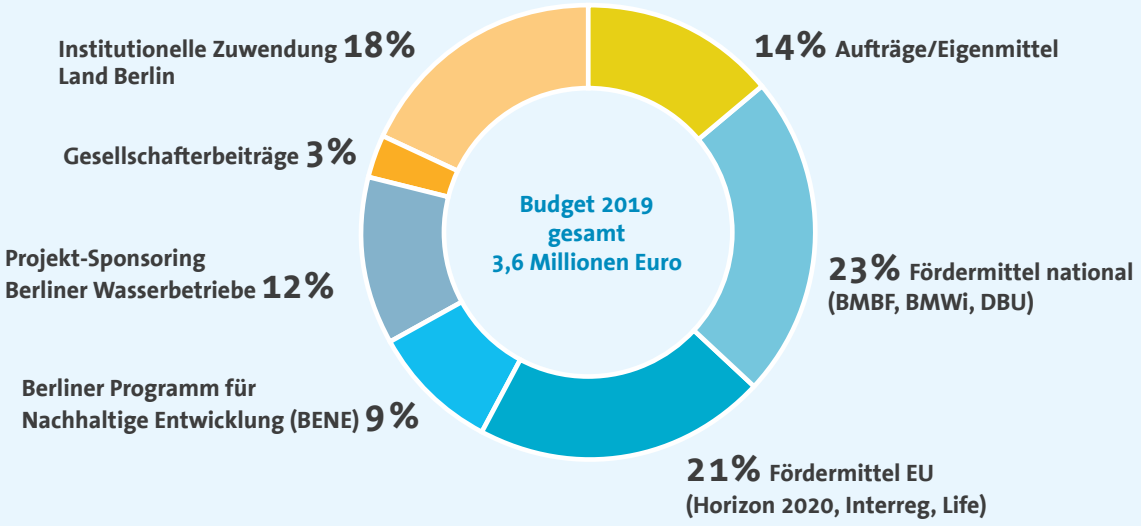
43 Beiträge in Fachjournalen, Konferenzberichten und Monografien

7 Fachveranstaltungen mit insgesamt 800 Teilnehmer*innen

Mitarbeit in **10** Gremien und Fachgesellschaften

Mehr als **1.000** Besucher*innen zur Berliner Langen Nacht der Wissenschaften

Mittelherkunft



Stand 31.12.2019

Regina Gnirß

Edith Roßbach

Das vergangene Jahr hat wieder gezeigt: Der Klimawandel ist in vollem Gange. Auch wenn wir unsere ganze Kraft darauf konzentrieren, die Treibhausgas-Emissionen in den international verabredeten Grenzen zu halten, müssen wir uns mit den jetzt erlebten Klima-Phänomenen arrangieren. Der Klima-Tanker hat einfach einen sehr langen Bremsweg.

Wir alle wissen: Die menschengemachten Klimaveränderungen beeinflussen die Wasserwirtschaft sehr direkt und unmittelbar. Seit Jahren beschäftigen wir uns mit den hier entstandenen Herausforderungen. Denn für uns ist klar: Wir wollen dazu beitragen, dass Städte auch in Zukunft lebenswert bleiben!

Im vorliegenden Jahresbericht erfahren Sie, welche Aktivitäten wir in Richtung dieses Ziels unternehmen. Wir sind davon überzeugt, dass der Wassersektor neben seiner Hauptrolle als Garant der Daseinsvorsorge Beiträge dazu leisten kann, den Klimawandel zu bremsen.

Abwasser steht zwar am Ende einer langen Verwertungskette des urbanen Lebens, enthält aber immer noch Wertstoffe und Energie. Unsere Forschungsvorhaben dazu, wie diese nutzbar gemacht werden können, sind im Bericht an den Icons für „Energieeffizienz“ und „Ressourceneffizienz“ zu erkennen.

Natürlich muss dabei immer der „Gewässerschutz“ als eine der wichtigsten Grundlagen der Siedlungswasserwirtschaft gewährleistet bleiben. Unsere Vorhaben zur technischen Optimierung der Abwasserbehandlung sind mit diesem entsprechenden Icon gekennzeichnet.

Die Wasserinfrastruktur in unseren Städten ist noch nicht auf die sich anbahnenden Wetterkapriolen im Klimawandel vorbereitet, unabhängig davon hat sie auch einen erheblichen Sanierungsbedarf. In Vorhaben mit den Icons „Klimaresilienz“ und „Infrastruktur“ entwickeln wir praxisnahe Lösungen für diese Herausforderungen.

Wichtiges Werkzeug zur Umsetzung aller Smart-City-Ansätze ist die Digitalisierung. Wie am entsprechenden Icon zu erkennen ist, verwendet die Mehrzahl unserer Projekte digitale Tools: Prognosemodelle, Prozessdatenanalyse, Messdatenerfassung und -übertragung. Im Vorhaben „Digital-Water.City“ werden Lösungsansätze zur digitalen Unterstützung von wasserwirtschaftlichen Prozessen systematisch untersucht.

Wir möchten uns bei allen unseren nationalen und internationalen Projektpartner*innen, insbesondere aber auch bei den Berliner Wasserbetrieben und der Technologiestiftung Berlin als unseren Gesellschafter*innen für die Unterstützung bedanken. Ebenso geht unser Dank an unsere Fördermittelgeber*innen und das Land Berlin.

Unser ganz besonderes Dankeschön aber gilt den Mitarbeiter*innen des KWB: Vielen Dank für Eure Kreativität, Leistungsbereitschaft und Leidenschaft, mit der Ihr Eure Kompetenz einbringt! Das ist die Grundlage unseres Erfolgs.

Edith Roßbach, Regina Gnirß
Geschäftsführerinnen
Kompetenzzentrum Wasser Berlin

Was tun, wenn das Grundwasser schwindet?

Seit Beginn der Messungen 1881 gab es nur zwei Jahre, in denen der Sommer noch heißer und trockener war als im Jahr 2019. Wetterextreme als Folgen des Klimawandels wirken sich auch auf die natürlichen Grundwasserreserven aus. Das KWB untersucht Möglichkeiten, damit umzugehen.

Becken zur Grundwasseranreicherung auf dem Gelände des Wasserwerks Berlin-Spandau

Mehr als 10.000 Jahre alt sind die Tiefenschichten, in denen sich Berlins innerstädtische Grundwasservorkommen gebildet haben. Aus ihnen stammt das gesamte Trinkwasser, das aus Berliner Wasserhähnen und Trinkbrunnen sprudelt. Das Grundwasser besteht zu rund 60 Prozent aus Uferfiltrat, das aus Oberflächenwasser von Spree, Havel und den angeschlossenen Seen gewonnen wird. Rund 650 Filterbrunnen, 30 bis 140 Meter tief und umgeben von Wasserschutzgebieten, ziehen mit ihrem Sog das Wasser aus den Flüssen und Seen langsam ins Grundwasser. Auf seinem monatelangen Weg durch die tiefen Bodenschichten (Untergrundpassage) wird das Wasser durch Sand und Mikroorganismen von Bakterien, organischem Material oder auch von Arzneimittelrückständen gereinigt. Diese Uferfiltration funktioniert also ohne chemische Zusätze. Die Brunnen fördern das Grundwasser zu den neun Wasserwerken der Stadt, wo es zu Trinkwasser aufbereitet wird.

Weitere 30 Prozent des Berliner Grundwassers bilden sich auf natürliche Weise durch Versickerung von Niederschlägen und Oberflächenwasser immer wieder neu. Wo das nicht in ausreichender Menge geschieht, wird das Grundwasser mit vorgereinigtem Oberflächenwasser angereichert. Das sind dann die restlichen 10 Prozent. Insgesamt stammt unser Trinkwasser also zu 70 Prozent aus ehemaligem Fluss- und Seenwasser. Doch keine Sorge: In puncto Qualität und Geschmack erreicht es Spitzenwerte.

Brunnenuntersuchung und Becken zur Grundwasseranreicherung auf dem Gelände des Wasserwerks Berlin-Spandau

Ins Grundwasser eintauchen

Heißere, trockenere Sommer führen dazu, dass sich weniger Grundwasser natürlich neu bildet. „Bei gleichbleibendem oder steigendem Wasserbedarf resultiert daraus, dass wir mehr Grundwasser anreichern und verstärkt landseitiges Grundwasser fördern müssen“, erläutert Hella Schwarzmüller, Bereichsleiterin Grundwasser beim KWB. Dieses könne jedoch durch Altlasten etwa an ehemaligen Gewerbestandorten oder auch durch aus tiefen Gesteinsschichten aufsteigendes salzhaltiges Wasser verunreinigt sein. Deshalb ist ein regelmäßiger Qualitäts-Check des Grundwassers so wichtig. „Mithilfe von Monitoringsystemen überwachen wir den Grundwasserstand und die Grundwassertemperatur, in Einzelfällen auch den Anteil gelöster Salze oder das Redox-Potenzial des Wassers“, sagt Schwarzmüller. Redox-Potenzial bezeichnet das Vermögen, Elektronen aufzunehmen oder abzugeben. Es gilt als eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale von gesundem Wasser. „Aus den Temperaturverläufen von Oberflächengewässer und Uferfiltrat können wir die Verweilzeit des Wassers in der Untergrundpassage berechnen und abschätzen, wie gut zum Beispiel Krankheitserreger zurückgehalten werden.“ Die Messdaten zum Grundwasserstand dienen wiederum zum Aufbau numerischer Strömungsmodelle, die beispielsweise Fließrichtungen und Geschwindigkeiten in den porösen Gesteinskörpern (Grundwasserleitern) simulieren. „Im EU-Horizon-2020-Projekt Digital-water.City (DWC) wollen wir eine solche numerische Modellierung mit Techniken der Augmented und Virtual Reality verknüpfen, um quasi in das Grundwasser eintauchen zu können“, sagt Schwarzmüller.

Lieber im Winter anreichern

Welche möglichen Folgen der Klimawandel auf die künstliche Grundwasseranreicherung hat, untersucht das KWB im Forschungsprojekt HYDRA (Hydraulik in der künstlichen Grundwasseranreicherung Berlins unter sich ändernden klimatischen Randbedingungen). Denn steigen-

„Mithilfe von Monitoringsystemen überwachen wir den Grundwasserstand“

de Temperaturen beeinflussen auch die physikalischen Eigenschaften des Wassers, speziell seine Viskosität: Es fließt dann besser durch den Untergrund. „Dadurch verweilt das Wasser im Sommer etwas kürzer in der Untergrundpassage und damit werden womöglich weniger Bakterien zurückgehalten“, erläutert Schwarzmüller. „Gleichzeitig finden in den Anreicherungsbecken mehr biologische Prozesse und Algenwachstum statt, die den Beckenboden verstopfen können.“ Im Wasserwerk Berlin-Spandau, wo das Grundwasser mit aufbereitetem Oberflächenwasser angereichert wird, hatten die höheren Temperaturen jedoch weit weniger Einfluss auf die Qualität des Wassers, als die Wissenschaftler des KWB erwartet hatten. „Allerdings ist die Aufbereitung aufwendiger, wenn sich Eigenschaften des Oberflächenwassers temperaturbedingt oder aufgrund einer veränderten Zusammensetzung ändern.“ Die Forscher*innen schlagen deshalb vor, die Anreicherung des Grundwassers stärker in die Wintermonate zu verschieben, wenn genügend Oberflächenwasser verfügbar und der Wasserbedarf insgesamt geringer ist. HYDRA hat darüber hinaus gezeigt, dass eine zusätzliche Grundwasseranreicherung selbst in einem Worst-Case-Szenario noch für ausreichend Trinkwasser sorgt – also selbst dann, wenn sich klimabedingt 30 Prozent weniger Grundwasser neu bilden, der Wasserbedarf steigt und weniger Wasser in Spree und Havel abfließt.

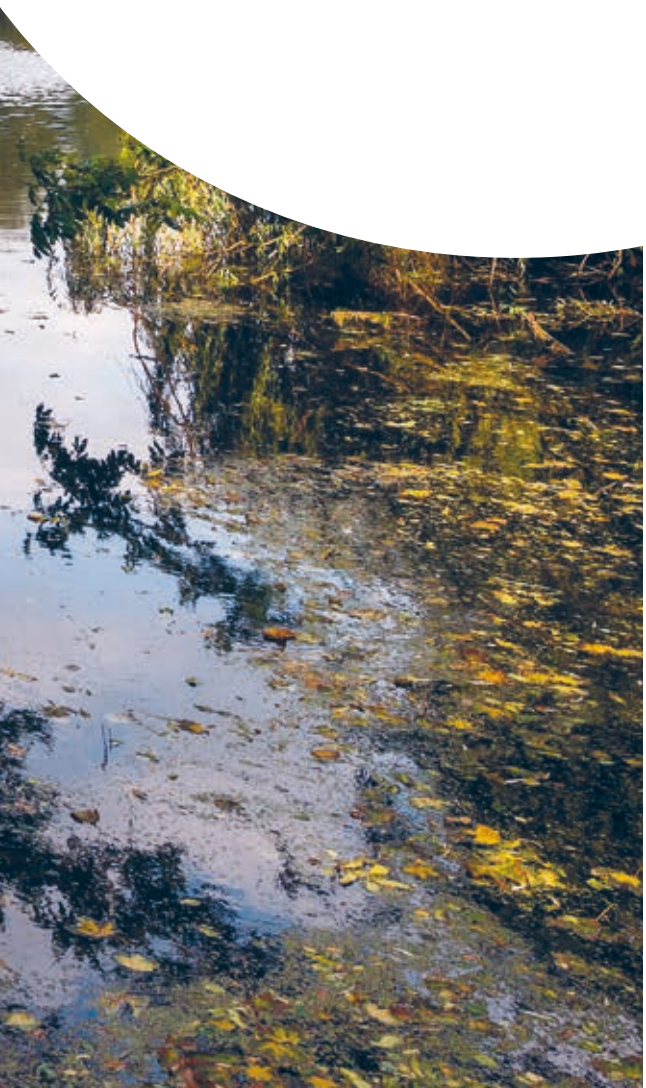
Mikrobiologische Risikobewertung

Um jahreszeitliche Schwankungen der Wasserverfügbarkeit auszugleichen, wird vielerorts zusätzlich zur gezielten Grundwasseranreicherung überschüssiges Wasser im geologischen Untergrund gespeichert und bei hoher Nachfrage rückgewonnen. „Managed Aquifer Recharge“ (MAR) nennt sich dieses nachhaltige Ressourcenmanagement. Im internationalen Forschungsprojekt SMART-Control (Neue Verfahren zur Überwachung und Kontrolle von Prozessen der Grundwasseranreicherung) entwickeln Wissenschaftler*innen unter anderem des KWB web-basierte Monitoring- und Kontrollsysteme, um Risiken beim MAR-Verfahren – beispielsweise durch bestimmte Bakterien oder Viren im Oberflächenwasser – zu verringern. SMART-Control nutzt ein Online-Monitoringsystem, das die Anzahl der Bakterien im Wasser in Echtzeit bestimmt und Risiken für Gesundheit und Umwelt bewertet. „Dabei werden der Grundwasserstand und die Wassertemperatur in den Anreicherungsbecken, in Messstellen und von ausgewählten Brunnen über die funkbasierte IoT-Netzwerktechnologie LoRaWan an eine Webplattform übertragen und hier visualisiert“, erläutert Schwarzmüller. Aufgabe des KWB ist es, eine mikrobiologische Risikobewertung zu entwickeln, mit der Aussagen über die Entfernung von Mikroorganismen in der Grundwasseranreicherung getroffen werden können. Nachdem 2019 bereits die Datenlogger installiert und die Funkübertragung eingerichtet wurden, entwickeln die Wissenschaftler*innen in diesem Jahr die entsprechenden Auswertungsprogramme. „Bis Ende 2020 soll das Tool bereitstehen“, sagt Schwarzmüller.

Alle Forschungsvorhaben, mit denen das KWB auf die Folgen des Klimawandels für das Grundwasser-Management reagiert, finden sich unter: kompetenz-wasser.de/de/forschung/

„Klimaresilienz ist ohne Digitalisierung nicht denkbar“

Die Revolution des Digitalen, Anforderungen an junge Wissenschaftler*innen und die Chancen der großen Datenmengen für Klimaresilienz und Energiewende in Berlin. Ein Gespräch über die Digitalisierung mit Edith Roßbach und Regina Gnirß, den Geschäftsführerinnen des Kompetenzzentrums Wasser Berlin (KWB).



Frau Roßbach, Frau Gnirß – was ist die Digitalisierung für die Wasserwirtschaft: ein Hype oder eine Revolution?

Edith Roßbach: Viel eher eine Revolution. Die Digitalisierung schafft für uns völlig neue Möglichkeiten, komplexe Zusammenhänge zu bearbeiten. In der Forschung haben wir damit angefangen, lange bevor die Digitalisierung anderswo zum Hype ausgerufen wurde.

Was sind für Sie die prägnantesten Erfolge?

Regina Gnirß: Berlin gewinnt sein Trinkwasser aus dem Grundwasser. Mit digitalen Sensoren und mathematischen Modellen können wir heute vorhersagen, wie sich die Wasserqualität im Untergrund verändert. Damit konnten Prozesse von Probenentnahme und Analyse entscheidend verbessert werden. Im EU-Call „ICT4Water“ konnte sich KWB mit seinem Projektvorschlag als eines von nur vier Vorhaben durchsetzen und liefert nun Lösungen für die Standardisierung und Interoperabilität der Digitalisierung im „Water Action Plan“ der Europäischen Union.

Wo liegt der konkrete Nutzen der Digitalisierung?

Regina Gnirß: Die Simulationen laufen auf leistungsfähigen Netzwerken und versetzen uns in die Lage, unsere Vorhersagen mithilfe digitaler Messgeräte immer präziser zu fassen. Wenn wir früher etwas über die Ausbreitung von Stoffen im Grundwasser erfahren wollten, mussten wir an einer Stelle einen Farbstoff ins Wasser geben und immer wieder messen, bis der Stoff an dem bestimmten Brunnen ankam und wir die Fließzeiten bestimmen konnten. Heute können wir zuverlässige Prognosen fast schon auf Knopfdruck liefern.

Was bringt das – jenseits des Forschungsinteresses?

Edith Roßbach: Die Gewässer unterliegen heute einer sehr großen Nutzungskonkurrenz. Die Ressource Wasser ist nicht nur das wichtigste Lebensmittel. Es wird auch im Haushalt, für Landwirtschaft und Industrie benötigt und in der Freizeit genutzt. Selbstverständlich wird erwartet, dass das Trinkwasser von exzellenter Qualität ist. Aber die Menschen möchten auch sicher sein, dass ihre Gesundheit nicht gefährdet wird, wenn sie in Berliner Gewässern baden. In der analogen Welt wurden die Badegewässer beprobt und mikrobiologisch untersucht. Mit unseren digitalen Wassermodellen und deren Kopplung mit der Wettervorhersage können wir die hygienische Gewässerqualität für Berlin inzwischen mehrere Tage im Voraus bestimmen und geben diese Werte täglich über die Website badegewaesser-berlin.de bekannt. Die mikrobiologischen Untersuchungen nutzen wir jetzt vor allem dazu, die Zuverlässigkeit unserer Prognosen ständig weiterzuentwickeln.

Edith Roßbach bei der Auftaktpressekonferenz des EU-Vorhabens „Digial-Water.City“

„Aus unseren internationalen Projekten können wir zum Umgang mit knappen Wasserressourcen auch Erfahrungen aus Städten in Spanien und Italien einbringen.“

Wie haben sich die Aufgaben der Wasserbewirtschaftung verändert?

Edith Roßbach: Die Aufgaben werden komplexer: Wir möchten Wasser als wertvolle Ressource nachhaltig schützen, verschmutzen es aber bei der Nutzung in vielerlei Hinsicht – wie Spurenstoffe, der Abrieb von Straßen, Nikotin und vieles mehr im Wasser zeigen. Bei der Säuberung verbrauchen wir viel Energie und der Erhalt der Infrastruktur kostet eine Menge Geld. Der Klimawandel stellt die Wasserwirtschaft vor die Aufgabe, Regenwasser so zu bewirtschaften, dass in Trockenzeiten genügend Wasser zur Verfügung steht und bei Starkregen die Stadt nicht überflutet wird. Digitale Tools und Modelle können aus großen Datenmengen Muster und Vorhersagen identifizieren und bereitstellen, die uns bei der Bewältigung dieser Aufgaben helfen.

Was treibt die Digitalisierung technisch voran?

Regina Gnirß: Gerade bei der hygienischen Beurteilung der Gewässer wachsen die Potenziale der Digitalisierung auch mit der technischen Entwicklung der Messgeräte. Die liefern uns neben klassischen Parametern wie Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt oder Redox-Potenzial inzwischen über Fluoreszenzsensoren auch die Konzentration von Indikatorbakterien. Auf den Klärwerken gibt es zahlreiche Online-Messgeräte zur Überwachung des Reinigungsprozesses, die aber selbst durch das Abwasser verschmutzt werden. Durch Künstliche Intelligenz werden für jede eingesetzte Sonde die notwendigen spezifischen Reinigungsintervalle gemeldet. Das trägt erheblich zur Einsparung von Betriebskosten bei.

Edith Roßbach: Digitalisierung bedeutet, komplexe Datenbestände miteinander in Beziehung zu setzen und diese Daten mit intelligenten Algorithmen zu analysieren.

Regina Gnirß: Beispiel Inspektion von Rohrleitungen: Kameraroboter liefern uns Hunderte Stunden Filmmaterial von Fahrten durch die Berliner Kanalisation. Diese Kamerainspektionsdaten werden mit anderen Infrastrukturdaten verknüpft und mit Künstlicher Intelligenz ausgewertet, um Szenarien für die strategische Sanierung von Kanälen zu entwickeln. Dieses Assistenzsystem wählt aus den sehr komplexen Datengrundlagen die geeigneten Sanierungsvorschläge aus. Damit wird „Predictive Maintenance“ möglich, also die vorausschauende Wartung von Infrastruktur.

Worin bestehen die Herausforderungen, die die Wasserwirtschaft durch Digitalisierung bewältigen kann?

Edith Roßbach: Klimaresilienz ist ohne Digitalisierung nicht denkbar. Wir müssen uns darauf einstellen, dass wir gleichzeitig mehr Trockenheit und mehr Starkregen in der Stadt bekommen. Das können wir nur mit intelligenten, digitalen Systemen handhaben. Das geht vom digitalen Wassermanagement im engeren Sinne bis zu Anwendungen, die nicht auf den ersten Blick Digitalisierungsthemen zu sein scheinen. Es gibt zum Beispiel die Empfehlung, wieder mehr Bäume in Berlin zu pflanzen. Diese Bäume halten die Stadt kühl, wenn es wieder längere Hitzeperioden gibt. Aber für das Wässern dieser Bäume muss man auch Wasserressourcen bereitstellen und diese klug verteilen. Intelligente Steuerungssysteme sorgen dafür, dass das Wasser effizient dorthin kommt, wo es benötigt wird, andere Tools übertragen die Information, wo Wasser fehlt, teilweise sogar auf der Ebene einzelner Bäume. Aus unseren internationalen Projekten können wir zum Umgang mit knappen Wasserressourcen auch Erfahrungen aus Städten in Spanien und Italien einbringen.

Regina Gnirß: Im Projekt KURAS haben wir für Stakeholder die Planungsprozesse transparent gemacht, die für eine integrierte Regenwasserbewirtschaftung notwendig sind. Mit Simulationsrechnungen zum Regenwasserabfluss für Quartiere entwickeln wir diese Arbeit nun

Regina Gnirß bei der Auftaktpressekonferenz des EU-Vorhabens „Digial-Water.City“

Edith Roßbach, Leiterin des Bereichs Finanzen und Administration der Technologiestiftung Berlin, und **Regina Gnirß**, Leiterin der Forschungsabteilung der Berliner Wasserbetriebe, führen das Kompetenzzentrum Wasser Berlin als Geschäftsführerinnen seit Jahren gemeinsam.

Beide haben die Themen Smart City und Digitalisierung in die bisher durch klassische Siedlungswasserwirtschaft geprägte Forschung des KWB gebracht. Hierdurch wurden völlig neue Perspektiven zur Bewältigung der Herausforderungen erschlossen, vor denen Städte in Zukunft stehen werden. Ein wichtiges Beispiel dafür ist das internationale Verbundvorhaben „Digital-Water.Ciy“, das das KWB in einem europaweiten Ausschreibungsverfahren gewonnen hat und nun für drei Jahre mit Förderung der europäischen Union leitet (s. auch Seite 37).

weiter und stellen damit zusammen mit der Berliner Regenwasseragentur neue Szenarien für mehr Klimaresilienz zur Diskussion.
Das nächste Thema ist die Energiewende, also die Kopplung der Wasser- mit der Energiewirtschaft. Unsere Klärwerke haben ein riesiges Potenzial, Energie zu speichern und auch ihren Energiebedarf an das schwankende Angebot der erneuerbaren Energien anzupassen. Das geht nur mit intelligenter Steuerung, also einem Lastmanagement. Auch daran arbeitet das KWB.

Wo liegen aus Ihrer Sicht die größten Herausforderungen der Digitalisierung?

Edith Roßbach: Einerseits benötigen wir für die Modelle eine gewisse Offenheit der Daten, andererseits werden Systeme anfälliger für Angriffe, je offener sie sind. Und es liegt auf der Hand, dass die Wasserversorgung für die Menschen sicher sein muss. Wir müssen deshalb die Welt der Offenen Daten und die Sicherheitsinteressen Kritischer Infrastrukturen zusammenbringen.
Eine weitere Herausforderung, die uns umtreibt, ist der Transfer des Know-hows über digitale Möglichkeiten hin zu unseren Fragestellungen. Inwieweit dies gelingt und neue Impulse in die Forschungsprojekte bringt, ist noch stark von individueller Initiative abhängig und wenig systematisiert. Wenn wir hierfür Wege finden, wäre das auch auf andere Bereiche übertragbar und ein wichtiger Beitrag zur Gestaltung des digitalen Wandels.

*Was kommt durch die Digitalisierung auf die heutigen Studierenden und jungen Wissenschaftler*innen zu?*

Regina Gnirß: Data Mining, Programmieren und die Nutzung innovativer Tools zur Auswertung großer Datenmengen gehören heute in jedem Studium oder spätestens in der Forschungsarbeit dazu. Wir profitieren im KWB sehr stark von der Exzellenz der Hochschulen in der Metropolenregion Berlin-Brandenburg.

Digitalisierung – ist das etwas, was ein Wasserbetrieb oder eine Forschungseinrichtung allein machen kann?

Regina Gnirß: Die Wasserwirtschaft ist bereits enorm vernetzt und die Digitalisierung treibt das weiter voran. Herausforderungen wie Datensicherheit und Datenrechte, aber auch rechnerbasierte Modellierungen sind global. Das KWB verstärkt für Berlin die Vernetzung in europäischen Forschungsverbünden und internationalen Fachverbänden.
Edith Roßbach: Vernetzung und das Zusammenführen großer Datenmengen ist das, was Digitalisierung ausmacht. Das kann eine einzelne Entität nicht mehr allein leisten. In Projekten wie „Digital-Water.City“, in dem digitale Techniken speziell zur Lösung von Aufgaben im Wassermanagement getestet werden, arbeiten fünf große europäische Städte zusammen. So kann Wissen gebündelt und effizienter genutzt werden. Das KWB managt solche großen Verbünde und sorgt dafür, dass alle Partner von der gemeinsamen Arbeit im Projekt profitieren.

Schauen Sie für uns in die Glaskugel: Wie sieht die digitale Wasserwirtschaft 2040 in Berlin aus?

Edith Roßbach: Die Digitalisierung ist Voraussetzung für die nachhaltige Wasserwirtschaft, die wir hoffentlich 2040 in Berlin erreicht haben werden. Die Daten der Wasserqualität im Untergrund und in den Flüssen werden mit den Daten der Klärwerke und Einleitungen vernetzt. Berlin wird dann in der Lage sein, genau dieselbe Menge Wasser gereinigt in den Kreislauf zurückzugeben, die es entnimmt und nutzt.
Regina Gnirß: Berlin ist dafür gut aufgestellt. Wir wissen auch durch die Arbeit des KWB schon sehr viel über die Wasserströme in und unter der Stadt. Um in Zukunft eine nachhaltige Bewirtschaftung im ökonomischen, ökologischen und sozialen Sinne zu erreichen, ist die Digitalisierung eine unverzichtbare Voraussetzung.

DIN EN124 DIN19588
CERT

Algorithmen bringen Licht ins Dunkel

Die Abwasserkanalisation Berlins erstreckt sich über mehr als 9.700 Kilometer. Ein Großteil davon ist nicht begehbar. Um ihren Zustand genauer zu erfassen, wird nun Künstliche Intelligenz eingesetzt.

Die Neugierigen stehen Schlange, wenn die Berliner Wasserbetriebe (BWB) am „Tag des offenen Kanals“ die Tore zur Unterwelt öffnen. Bis zu 2.000 Menschen spazieren dann unter dem Straßenpflaster Schönebergs durch eine Tunnelanlage, die in den Jahren 1901 bis 1905 erbaut worden ist. In dem 4,20 Meter breiten und 2,40 Meter hohen Backsteintunnel werden Erinnerungen an die Verfolgungsjagd im Filmklassiker „Der dritte Mann“ wach. Das Event kann allerdings schnell ins Wasser fallen: Wenn es zu stark regnet, läuft das unterirdische Gemäuer voll – und die Neugierigen müssen oben bleiben.

So bekannt der Tunnel unter Schöneberg auch ist: Im größten Teil der Berliner Kanalisation sind solche Einblicke generell unmöglich, auch bei Trockenheit. Das gilt selbst für Mitarbeiter*innen der Berliner Wasserbetriebe – und macht deren Arbeit zu einer großen Herausforderung: Etwa 95 Prozent des Kanalnetzes haben einen Durchmesser von weniger als einem Meter und sind deshalb nicht begehbar.

Rohre bis nach Tokio

Dabei ist es dringend notwendig, die Kanäle im Auge zu behalten. Ihr baulicher Zustand verschlechtert sich nämlich mit der Zeit, das heißt die Kanäle bekommen Risse, sie korrodieren oder es wachsen Wurzeln hinein. Das Berliner Kanalnetz hat eine Gesamtlänge von mehr als 9.700 Kilometern, was in etwa der Distanz zwischen Berlin und Tokio entspricht. „Diese gigantische Infrastruktur für Abwasser zu unterhalten, ist aufwendig und erfordert erhebliche Investitionen“, sagt Nicolas Caradot, Projektleiter am Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB). „Allein in Deutschland müssen Städte und Gemeinden für Instandhaltung und Erneuerung jährlich Kosten von mehreren Hundert Millionen Euro stemmen.“

Kamerainspektion eines Abwasserkanals

Es ist wichtig, den Zustand der Abwasserkanalisation regelmäßig zu erfassen: „Nur mit dem Wissen, wann und wo Schäden entstehen, lassen sich Havarien vermeiden und das Abwassersystem leistungsfähig erhalten“, so Caradot. Bislang werden dafür kleine Roboter genutzt, die mit Kamera und Scheinwerfer versehen durch das zuvor gereinigte Kanalstück fahren. „Die Aufnahmen der Kamera werden ausgewertet und in einen Text-Code übersetzt“, erläutert Caradot. „Bestimmte Abfolgen von Ziffern und Buchstaben beschreiben zum Beispiel exakt Länge, Breite und Lage eines Risses.“ Eine sofortige Reparatur oder Erneuerung ist häufig nicht nötig. Die Datensätze werden aber gespeichert, sodass die Berliner Wasserbetriebe den Überblick über den Zustand des Netzes behalten.

Grenzen der klassischen Inspektionen verlassen

Doch dieses Vorgehen stößt an Grenzen: Zum einen können Kamerabefahrungen aus Kostengründen und vom Personalaufwand her nicht immer und überall durchgeführt werden. Zum anderen liefern sie nur Momentaufnahmen zum Zeitpunkt der Inspektion, aber keine Informationen über die zukünftige Entwicklung. Es würde Jahre dauern, die Kanäle einer ganzen Stadt regelmäßig zu erfassen. Deshalb ist es schwierig, langfristige Strategien für den Erhalt der Infrastruktur zu entwickeln. Zur Schließung dieser Lücke wurden sogenannte Alterungsmodelle entwickelt. Sie basieren auf den Ergebnissen bereits erstellter Kameraaufnahmen und ermöglichen es, die zukünftige Entwicklung des Zustands dieser Kanäle, aber auch den Zustand noch nicht inspizierter Kanäle zu prognostizieren. Die Modelle korrelieren Eigenschaften der Kanal-Umwelt mit denen des Kanals selbst, wie etwa Alter und Zustand. Auf dieser Grundlage wird dann vorhergesagt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Kanäle einen bestimmten Sanierungsbedarf erreichen. Zwei Arten von Modellen stehen zur Verfügung: Einige Modelle können den Zustand einzelner Kanalgruppen (sogenannter Kohorten) oder auch des gesamten Kanalnetzes prognostizieren. Damit können Sanierungsstrategien entwickelt und getestet werden. Andere Modelle ermöglichen Prognosen über den Zustand einzelner Kanäle und Kanalabschnitte. Damit lassen sich genauere Inspektionsschwerpunktgebiete mit gezielten Kamerabefahrungen planen.

Das Berliner Kanalnetz hat eine Gesamtlänge von mehr als

9.700

Kilometern

KWB stellt die Modelle auf dem Prüfstand

Damit Netzbetreiber Vertrauen in solche Alterungsmodelle gewinnen und sie als Entscheidungshilfen für Inspektionsprogramme, Sanierungs- und Investitionsentscheidungen nutzen können, müssen die Modelle möglichst treffsicher sein. Genau dieser Prognosequalität hat sich das KWB gewidmet: „Wir haben in Fallstudien verfügbare Alterungsmodelle auf ihre Aussagekraft überprüft, insbesondere unter dem Gesichtspunkt unterschiedlicher Datenmengen und Datenqualität“, erklärt Nicolas Caradot. Im Fokus dieser Arbeiten standen ein statistisches Modell sowie ein auf Algorithmen des Maschinellen Lernens (Künstliche Intelligenz) aufbauendes Modell mit der Bezeichnung „Random Forest“.

Die Modelle wurden mit Daten aus Kamerabefahrungen von Abwasserkanälen der Städte Braunschweig und Berlin gefüttert. „Wir haben alle möglichen Daten

Team der Berliner Wasserbetriebe bei der Routinespülung eines Abwasserkanals

benutzt, die eine Information über den Zustand der Kanäle enthalten könnten: zum Beispiel aus welchem Material ein Kanal besteht, welchen Durchmesser er hat und wie alt er ist“, sagt Caradot.

„Und auch das Thema Open Data ist hier besonders wichtig. Durch Verwendung öffentlich verfügbarer Daten der Stadt wie zum Beispiel zur Bodenart, zur Verkehrsdichte oder zur Präsenz von Bäumen konnte die Genauigkeit der Voraussagen deutlich verbessert werden.“

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind beeindruckend. „Die Modelle sind in der Lage, Prognosen für das gesamte Netz mit einer fast 100-prozentigen Sicherheit zu treffen. Interessant ist auch, dass Algorithmen des Maschinellen Lernens den Zustand einzelner Kanäle besser prognostizieren als das statistische Modell“, so Caradot, der seine Doktorarbeit in dem Projekt geschrieben hat. „Mit Random Forest können wir kritische Zustände mittlerweile zu fast 70 Prozent korrekt prognostizieren. Algorithmen werden die direkte Betrachtung per Kamera in der Gegenwart zwar niemals übertreffen können“, sagt Caradot. „Aber für die Prognose können wir die Künstliche Intelligenz trainieren und stetig verbessern.“ Je mehr Daten in die Simulation einfließen, desto genauer wird sie. Testläufe lassen sich durch anschließende Betrachtung der Infrastruktur prüfen – und die Algorithmen können daraufhin entsprechend nachkalibriert werden.

Blick in die Zukunft

Auf diesem Weg und auf Grundlage von mehr als 170.000 Berliner Datensätzen haben die Forscher*innen des KWB und der BWB ein Prognoseinstrument für die Berliner Gegebenheiten entwickelt: SEMA-Berlin. „In der ersten Projektphase von SEMA-Berlin haben wir verschiedene statistische und KI-gestützte Modellansätze für die Prognose der Kanalalterung getestet“, so Caradot. „Zwei der getesteten Modellansätze haben sich dabei als besonders zuverlässig herausgestellt und werden nun praxistauglich gemacht.“ Das eine Modell legt den Fokus darauf, wo inspiziert werden sollte, weil akut größerer Sanierungsbedarf ansteht. Das andere dient der strategischen Planung von Investitionen über einen Zeitraum von bis zu 60 Jahren, um den Zustand der Infrastruktur langfristig zu erhalten oder zu verbessern.

„Mit diesen neuen Werkzeugen können wir nicht nur den aktuellen Zustand der Kanalisation besser und kostengünstiger erfassen“, betont Caradot. „Wir bekommen dadurch auch exaktere Perspektiven, was uns in Zukunft erwartet.“ Wo muss bis wann etwas saniert werden, wo sollte investiert werden? Der Kanalnetzbetreiber kann nun prädiktiv instand halten und die Infrastruktur effizient erneuern – und damit auch seine Kosten gering halten. Dieser Ansatz lässt sich nicht nur in Berlin, sondern weltweit anwenden, auch in Städten, in denen der Netzbetreiber über wenig Daten verfügt. Auch deshalb wurde das Projekt SEMA-Berlin 2019 mit dem Innovationspreis des Verbandes kommunaler Unternehmen ausgezeichnet, der alle zwei Jahre für „herausragende Innovationen kommunaler Unternehmen“ verliehen wird.

Die Entwicklung steht in einem größeren Kontext: Im Juni 2019 startete das europäische Verbundvorhaben „Digital-Water.City“. Unter der Leitung des KWB werden 24 Partner aus 10 europäischen Ländern bis 2022 neue Anwendungsmöglichkeiten von digitalen Lösungen im Wassermanagement untersuchen. In Berlin werden so bereits am KWB entwickelte Ansätze des Maschinellen Lernens auf die Bewirtschaftung von Trinkwasserbrunnen der Berliner Wasserbetriebe übertragen.

Forschung für eine lebenswerte Stadt

Mit unseren Forschungsaktivitäten liefern wir Lösungen, die zur Verbesserung der Lebensqualität in Städten beitragen.

Im Geschäftsbereich „Urbane Systeme“ werden alle Fragen bearbeitet, die bei der Bewirtschaftung von Regenwasser und Abwasser sowie im Betrieb des städtischen Kanalnetzes eine zentrale Rolle spielen.

Der Geschäftsbereich „Prozessinnovation“ konzentriert sich auf technische Herausforderungen der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung.

Der Geschäftsbereich „Grundwasser“ beschäftigt sich mit Fragestellungen der Trinkwassergewinnung und der Bewirtschaftung von Brunnen.

Unsere Vorhaben sind eng mit Zukunftsthemen verzahnt, die für die Entwicklung von Smart-City-Konzepten eine besondere Bedeutung haben, und liefern damit Beiträge, Wasser als Medium der Daseinsvorsorge in Smart-City-Ansätze zu integrieren.

ENERGIEEFFIZIENZ

Die Wasserversorgung und besonders die Abwasserbehandlung benötigt viel Energie. Wir suchen nach technischen Lösungen, die den Energiebedarf und damit den Ausstoß an Treibhausgasen senken.

KLIMARESILIENZ

Hitzewellen, Trockenheit und Überflutungen sind Auswirkungen des Klimawandels, die das Leben in Städten beeinträchtigen. Wir entwickeln Konzepte, mit deren Hilfe die städtische Wasserinfrastruktur an diese Veränderungen angepasst werden kann.

INFRASTRUKTUR

Brunnen, Kanäle, Kläranlagen, Regenbecken sind als wasserwirtschaftliche Bauwerke das Rückgrat eines „geordneten" Betriebs der Wasserversorgung, der Abwasserbehandlung und des Gewässerschutzes. Mit unserer Forschung helfen wir den verantwortlichen Betreibern bei der Erfüllung ihrer Aufgaben.

GEWÄSSERSCHUTZ

„Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen", verlangt § 1 des deutschen Wasserhaushaltsgesetzes. Mit unserer Forschung unterstützen wir Betreiber von wasserwirtschaftlichen Anlagen bei der Umsetzung dieser Vorgabe.

RESSOURCEN

Die Bereiche Wasser, Landwirtschaft und konventionelle Energieerzeugung sind untrennbar miteinander verbunden. Wir arbeiten an Lösungen zur Schließung von Stoff-, Energie- und Wasserkreisläufen.

DIGITALISIERUNG

Die Digitalisierung hat nahezu alle Bereiche unseres privaten und wirtschaftlichen Lebens erfasst. In vielen unserer Projekte nutzen und entwickeln wir digitale Systeme: Steuerung und Optimierung von Prozessen, Erfassung, Auswertung und Interpretation von Messdaten, Entwicklung von Modellen zur Prognose von Gewässerqualität sowie zur Vorhersage der Alterung von Abwasserkanälen. Seit Mitte 2019 intensivieren wir diese Aktivitäten im Rahmen des von uns geleiteten EU-Vorhabens „Digital-Water.City".

Kombination naturnaher und technischer Systeme in der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung

AquaNES – Demonstration der Synergien von naturnahen und technischen Prozesskombinationen für die Wasseraufbereitung

aquanes-h2020.eu

Kontakt
Dr.-Ing. Daniel Wicke (KWB)
daniel.wicke@kompetenz.wasser.de

Dr.-Ing. Ulf Miehe (KWB)
ulf.miehe@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	06/2016–05/2019
Projektvolumen	10,7 Millionen Euro KWB: 595.000 Euro
Finanzierung	EU Horizon 2020 (Grant Agreement No. 689450)

Partner*innen
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH (KWB) im Konsortium von 30 Partnern aus Europa, Israel und Indien, geleitet von der Fachhochschule Nordwestschweiz (Koordinator)

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

Prozesse der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung können durch systematische Kombination von technischen mit naturnahen Verfahren entscheidend verbessert werden. Im Rahmen des EU-Projektes AquaNES werden 13 Demonstrationsanlagen in Europa, Israel und Indien betrieben, um die Effekte und den Mehrwert solcher Kombinationen im technischen Betrieb nachzuweisen. Zwei Demonstrationsanlagen befinden sich in Berlin. Auf dem Klärwerk Schönerlinde wird die Kombination von Ozonung mit einer naturnahen Nachbehandlung durch bepflanzte Bodenfilter untersucht, während auf dem Wasserwerk Tiefwerder die Kombination von Uferfiltration mit kapillarer Nanofiltration (NF) im Fokus steht. Neben den Arbeiten in Berlin koordiniert das KWB auch ein Arbeitspaket mit Demonstrationsanlagen in Deutschland, Großbritannien und Griechenland, wo insbesondere bepflanzte Bodenfilter zum Einsatz kommen. Außerdem ist das KWB verantwortlich für die Entwicklung eines Webtools zur Risikobewertung (QMRA).

ZIELE

- Technische Demonstration der Kombinationen naturnaher und technischer Verfahren zur Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung
- Verbesserte Elimination von Spurenstoffen und Krankheitserregern im Klärwerksablauf (Schönerlinde)
- Entfernung von Sulfat und Spurenstoffen aus sauerstoffarmem Uferfiltrat für die Trinkwassergewinnung (Tiefwerder)
- Entwicklung von Design-Richtlinien für die Kombination von naturnahen und technischen Verfahren und Identifizierung von Marktchancen

ERGEBNISSE

- Die Pilotanlage mit kapillarer Nanofiltration zur Behandlung von sauerstofffreiem Uferfiltrat im Wasserwerk Tiefwerder hat auch nach längerem Betrieb eine gute Entfernung von Sulfat, EDTA und weiteren Spurenstoffen gezeigt. Für die Reinigung der Membran wurden geeignete Chemikalien getestet und Verbrauch sowie Frequenz optimiert.
- Die Kombination von Ozonung und bepflanzten Bodenfiltern ist zur Entfernung organischer und mikrobieller Kontaminationen aus Kläranlagenablauf geeignet. Es konnte erfolgreich nachgewiesen werden, dass bei der Ozonung gebildete Transformationsprodukte wie NDMA und Aldehyde von den Bodenfiltern zurückgehalten werden.
- In Zusammenarbeit mit dem niederländischen Forschungsinstitut KWR wurde ein Online-Tool zur Bewertung von hygienischen Risiken (QMRA) bei der Wasserwiederverwendung fertiggestellt und auf der „12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse“ interessierten Anwendern vorgestellt.
- AquaNES wurde Mitte 2019 planmäßig abgeschlossen. Die Vorstellung der Ergebnisse erfolgte im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Blue Planet Berlin Water Dialogues“. In Vorträgen, Workshops und einer begleitenden Ausstellung konnte sich die Fachöffentlichkeit von der hohen Praxisrelevanz der im Projekt entwickelten Lösungen überzeugen.

AquaNes-Team auf Baustellen-Besuch beim Erft-Verband: Modifizierter Retentionsbodenfilter zur flexiblen Nachbehandlung von gereinigtem Abwasser und Mischwasserüberläufen

Verringerung des Eintrags von Arzneimittelrückständen in Gewässer des Einzugsgebietes der Ostsee

ZIELE

- Monitoring zur Identifizierung relevanter Eintragspfade und Untersuchung der Wirksamkeit von technischen sowie nicht-technischen Maßnahmen zur Verminderung des Eintrags von API in die Ostsee
- Betrieb von Ozonanlagen (Pilotmaßstab und großtechnisch) an mehreren Standorten: Kalundborg (DK), Linköping (SE) und Berlin (D). Bewertung der Ozonung und verschiedener Nachbehandlungsstufen u. a. im Hinblick auf ökotoxikologische Wirkung, Einfluss auf API und Transformationsprodukte sowie Optionen der Prozesssteuerung
- Entwicklung eines Leitfadens für Politik, Behörden und Gemeinden zur Planung und zum Betrieb von Anlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung

ERGEBNISSE

- Modellrechnungen zur Bilanzierung von API-Frachten im Kläranlagenzulauf brachten in Finnland, Schweden und Estland die beste Übereinstimmung zu tatsächlich gemessenen Werten. In Deutschland konnte bei nur 20 Prozent der untersuchten Spurenstoffe eine entsprechende Übereinstimmung gefunden werden. Ursache dafür ist, dass die Verbrauchszahlen mit großen Unsicherheiten behaftet sind und die verschiedenen EU-Länder nicht die gleiche Datenbasis heranziehen.
- Mit dem Einbau einer zusätzlichen Ozon-Stufe lassen sich in Kläranlagenabläufen nachweisbare ökotoxikologische Effekte (z. B. östrogene Wirkung) effektiv reduzieren. Dies konnte in mehreren Messkampagnen nachgewiesen werden. Gelegentlich durch die Ozonung hervorgerufene mutagene Effekte (gemessen über einen AMES-Test) im Kläranlagenablauf können durch eine nachgeschaltete Behandlungsstufe wieder verringert bzw. komplett entfernt werden.

Die Einträge von Arzneimittelrückständen in die aquatische Umwelt des Einzugsgebiets der Ostsee stellen ein wachsendes Problem dar. Um diese Problematik systematisch anzugehen, werden im Projekt CWPharma Entscheidungshilfen entwickelt und Empfehlungen für Politik, Behörden und Gemeinden abgeleitet. Neben einem umfangreichen Monitoring zur Identifikation relevanter Eintragspfade verschiedener pharmazeutisch wirksamer Substanzen (API) wird auch die Wirksamkeit von technischen und nicht-technischen Maßnahmen zur Verringerung der API-Emissionen untersucht.

Innerhalb des Projekts ist das KWB insbesondere für die Leitung des Arbeitspakets zur Bewertung technischer Maßnahmen zuständig, dessen besonderer Fokus auf der weitergehenden Abwasserbehandlung mittels Ozon liegt.

CWPharma – Clear Water from Pharmaceuticals – Verringerung des Eintrags von Arzneimittelrückständen in Gewässer des Einzugsgebietes der Ostsee

cwpharma.fi

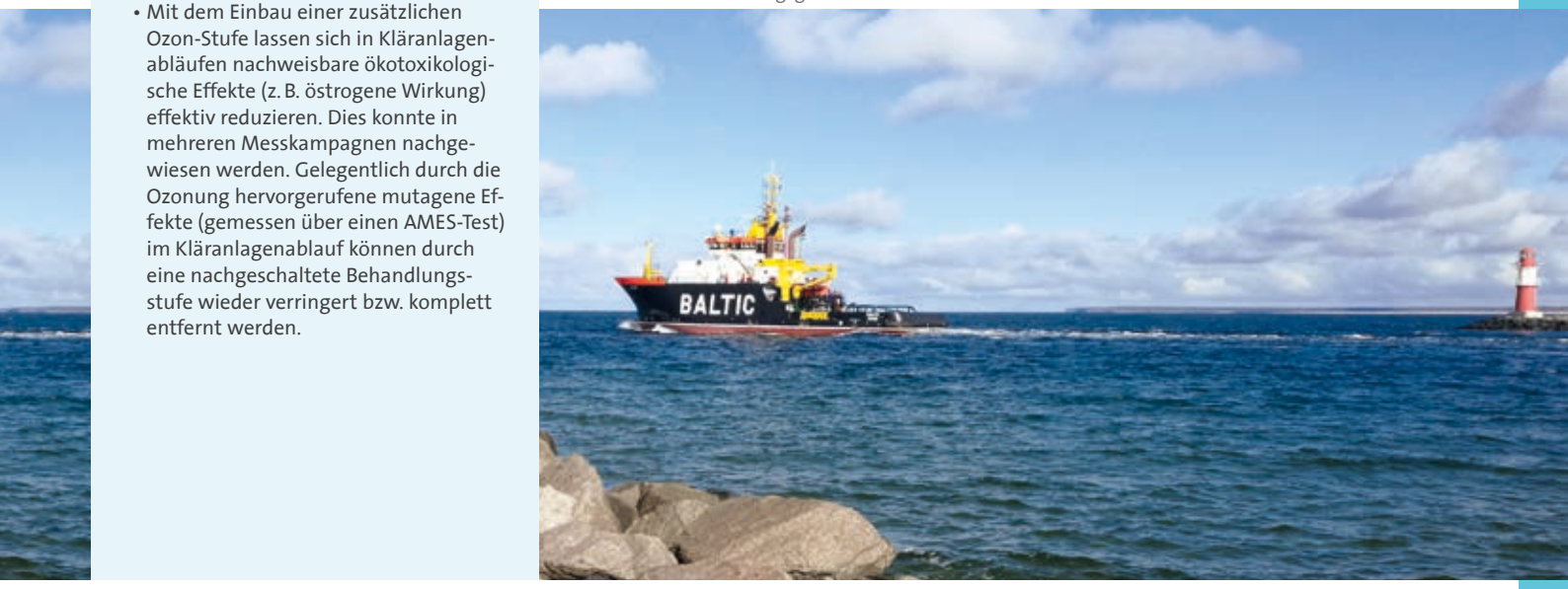
Kontakt
Dr.-Ing. Ulf Miehe (KWB)
ulf.miehe@kompetenz-wasser.de

Michael Stapf (KWB)
michael.stapf@kompetenz-wasser-de

Laufzeit 10/2017–09/2020
Projektvolumen 3,7 Millionen Euro
KWB: 321.100 EURO
Finanzierung EU Interreg
(Baltic Sea Region, #R055 CWPharma), Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
KWB im Konsortium mit 15 Partnern sowie 18 assoziierten Organisationen aus 7 Ostseeanrainerstaaten

Probenahmen im Einzugsgebiet der Ostsee



MeReZon

MeReZon – Optimiertes MSR-Konzept für eine weitergehende Abwasserreinigung mittels Ozon

Kontakt
Michael Stapf (KBW)
michael.stapf@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	08/2017–12/2019
Projektvolumen	217.000 Euro
Finanzierung	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Programm KMU Innovativ

Partner*innen
TriOS Mess- und Datentechnik GmbH (Koordinator), KWB, Berliner Wasserbetriebe (assoziierter Partner)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Zuverlässige Messtechnik und Steuer-/Regelkonzepte für Ozonanlagen

Es wird erwartet, dass in der nahen Zukunft für die weitergehende Abwasserbehandlung immer häufiger Ozon zur Spurenstoffelimination eingesetzt wird. Für den Betrieb wird eine ausgereifte intelligente Strategie zur Steuerung bzw. Regelung des Ozoneintrags benötigt, um eine Unter- bzw. Überdosierung insbesondere bei einem schwankenden Gehalt an ozonzehrenden Substanzen im Abwasser zu vermeiden.

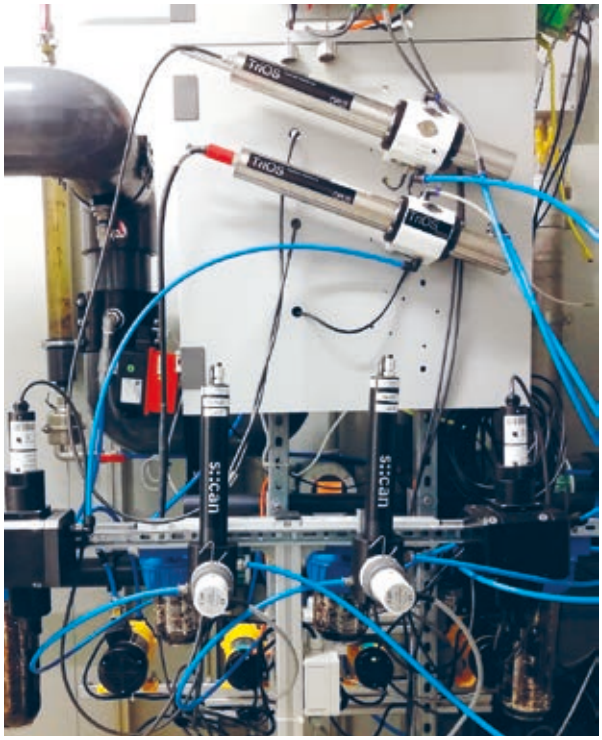
In der Praxis sind solche Regelungsstrategien, die z. B. auf der Abnahme des photometrischen Indikatorparameters SAK254 basieren, nur vereinzelt erprobt worden. Zusätzlich müssen die verwendeten Onlinemessungen die Ansprüche der Anlagenbetreiber hinsichtlich eines robusten und verlässlichen Betriebs erfüllen.

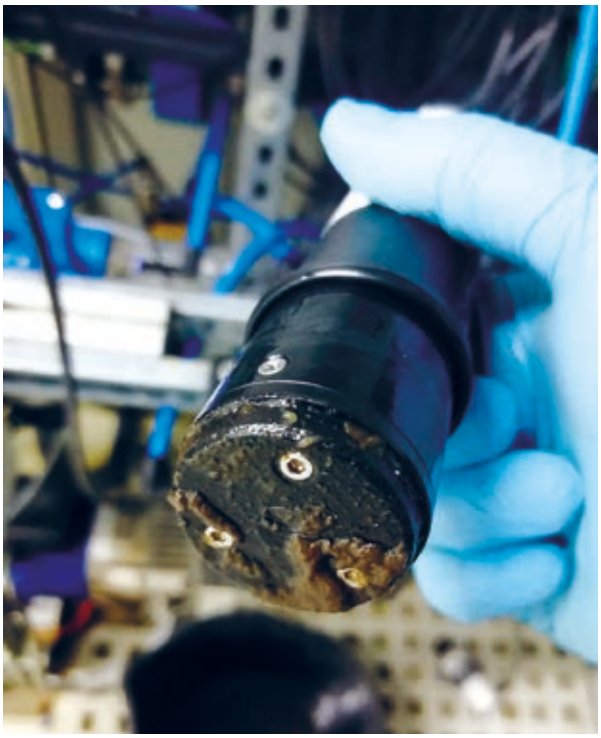
ZIELE

- Untersuchung der Zuverlässigkeit verschiedener photometrischer Onlinemessungen (u. a. SAK254, UV-VIS-Spektrum) an einer Ozon-Pilotanlage zur Behandlung von Kläranlagenablauf
- Entwicklung eines innovativen MSR-Konzepts (Messen, Steuern, Regeln) zur dauerhaften, optimalen und bedarfsgerechten Ozondosierung

ERGEBNISSE

- Das optimierte MSR-Konzept zur bedarfsgerechten Ozondosierung wurde erfolgreich unter Realbedingungen erprobt.
- Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz einer Fluoreszenz-Onlinemessung (fDOM) prinzipiell für die Betriebsführung bzw. -überwachung einer Ozonung geeignet ist.
- Im Vergleich zum SAK254 reagiert die Abnahme des fDOM sensitiver auf eine Variation der Ozondosis und wies im alternierenden Messbetrieb mit nur einer Onlinesonde eine geringere Fehleranfälligkeit bei Verschmutzungen (Fouling) an der Sensoroptik auf.





Onlinesondeneinbau in Pilot-Ozonanlage auf der KA Schönerlinde

Fouling auf Onlinesonde während des Anlagenbetriebs

Schließung von Nährstoffkreisläufen in der europäischen Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie

Im EU-Projekt Circular Agronomics sollen Verfahren der Kreislaufwirtschaft weiterentwickelt und effizienter gemacht werden. Im Fokus stehen die Nahrungsmittelindustrie und die Landwirtschaft mit ihren Abfallströmen. Wertvolle hier anfallende Stoffe wie Phosphor, Stickstoff und Kohlenstoff sollen zurückgewonnen werden und so für den bedarfsgerechten Einsatz in der Landwirtschaft zur Verfügung stehen. Gleichzeitig sollen Verfahren untersucht werden, mit denen sich die Emissionen von Treibhausgasen und Ammoniak signifikant reduzieren lassen. Die Untersuchungen finden an sechs Standorten in Spanien, Deutschland, Österreich, Italien, den Niederlanden und Tschechien statt. Das KWB leitet im Projektkonsortium das Arbeitspaket „Kohlenstoff- und Nährstoffrückgewinnung aus Speiseabfällen und Abwasserströmen aus der Nahrungsmittelindustrie“.

ZIELE

- Ermittlung der besten verfügbaren Recycling-Techniken
- Ausarbeitung von neuen Konzepten zur Rückgewinnung von Nährstoffen
- Untersuchung der Rückgewinnung von Ammoniak in einer Vakuumentgasungsanlage und der Produktion von Diammoniumsulfat
- Bewertung von Verfahren der Nährstoffrückgewinnung mittels Ökobilanzen
- Kommunikation von Ergebnissen z. B. über Planspiele mit unterschiedlichen Akteur*innen
- Ausarbeitung von Recycling-Konzeptstudien für interessierte Biogasanlagenbetreiber

ERGEBNISSE

- Laborexperimente im Rahmen von Circular Agronomics zur Untersuchung des Vakuumentgasungsprozesses in landwirtschaftlichen Gärresten haben gezeigt, dass bei günstigen Prozessbedingungen bis zu 90% des Ammoniums zurückgewonnen werden können.
- Die Pilotanlage zur Vakuumentgasung und zur Produktion von Diammoniumsulfat wurde konstruiert.
- Eine erste grobe Analyse von Literaturdaten weist darauf hin, dass Abwässer aus der Zuckerindustrie, aus der Tierfutterverarbeitung, der Fleischverarbeitung sowie aus Molkereien für die Stickstoffrückgewinnung geeignet sind. Es sollte jedoch eine anaerobe Behandlung zur Erhöhung des Ammoniumanteils am Gesamtstickstoff vorgeschaltet werden, was zudem noch einen Mehrwert hinsichtlich der Biogasausbeute liefern würde.
- Gründung einer „Policy Working Group“ und Teilnahme am ersten Treffen

Circular Agronomics – Schließung von Nährstoffkreisläufen in der europäischen Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie

circularagronomics.eu

Kontakt
Dr. Anne Kleyböcker (KWB)
anne.kleyboecker@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	09/2018–08/2022
Projektvolumen	7,0 Millionen Euro KWB: 598.440 Euro
Finanzierung	EU Horizon 2020 (Grant Agreement No. 773649)

Partner*innen
IRTA Institut de recerca i technologia agroalimentaries (Koordinatior), Pondus Verfahrenstechnik GmbH, Institut für agrar- und stadtökologische Projekte (IASP), KWB, Wageningen University, Teagasc – Agriculture & Food Development Authority, Rural Investment Support for Europe Foundation, 11 weitere Partner sowie 27 assoziierte Partner

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

Pilotanlage zur Vakuumentgasung und zur Produktion von Diammoniumsulfat

SMART-Plant

SMART-Plant – Großtechnische Erprobung von Technologien zur Wertstoffrückgewinnung mit geringem CO_2-Fußabdruck auf bestehenden Klärwerken

smart-plant.eu

Kontakt
Dr. Christian Remy (KWB)
christian.remy@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	06/2016–05/2020
Projektvolumen	9,7 Millionen Euro KWB: 291.000 Euro
Finanzierung	EU Horizon 2020 (Grant Agreement No. 690323)

Partner*innen
KWB im Konsortium von 25 Partnern aus Europa und Israel, geleitet von der Universität Ancona

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

Wertstoffrückgewinnung aus Abwasser

Häusliche Abwässer enthalten viele wertvolle Rohstoffe, die bisher nicht verwertet werden. Organische Substanz kann zu Biogas umgewandelt und zur Energiegewinnung genutzt werden oder sie liefert eine Kohlenstoffquelle für die Produktion von Bioplastik (PHA) durch spezialisierte Bakterien. Pflanzennährstoffe wie Stickstoff und Phosphor können zurückgewonnen werden, um den Bedarf an Mineraldüngern in der Landwirtschaft zu verringern. Cellulosefasern können Strukturmaterial in Bio-Kompostmaterial oder Baustoffen ersetzen oder sie dienen als Bio-Brennstoff. Damit hat eine gezielte Rückgewinnung solcher Stoffe nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile und würde die Kreislaufwirtschaft im Wassersektor voranbringen. Dieser Ansatz braucht jedoch erprobte technische Lösungen zur Rückgewinnung und eine geschlossene Wertschöpfungskette, um ökonomische Rentabilität und letztlich tatsächliche Produktverwertung zu erreichen.

ZIELE

- Großtechnische Demonstration von technischen Lösungen zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus häuslichem Abwasser mit Fokus auf Biopolymere (PHA), Cellulose, Pflanzennährstoffe und Düngemittel
- Darstellung der gesamten Wertschöpfungskette inklusive der Weiterverarbeitung von rückgewonnenen Materialien zu marktfähigen Produkten
- Entwicklung und Bewertung neuer Geschäftsmodelle für den Betrieb von Rückgewinnungsverfahren und die Vermarktung von Recyclingprodukten
- Ermittlung von Umweltvorteilen und Risiken von Wertschöpfungsketten der Recyclingprodukte

ERGEBNISSE

- Die Rückgewinnung von Cellulosefasern, Bioplastik und Nährstoffen aus häuslichem Abwasser konnte im Pilotmaßstab erfolgreich demonstriert werden.
- Die Weiterverarbeitung in der Wertschöpfungskette zu hochwertigen Produkten ist technisch möglich, aber ökonomisch oft noch nicht tragfähig.
- Neben Produkten sind für Klärwerksbetreiber betriebliche Vorteile wie niedrigerer Energieverbrauch und geringere Entsorgungskosten für Klärschlamm wichtig.
- Wertstoffrückgewinnung kann den Umweltfußabdruck der Kläranlage verringern, wenn die Verfahren betriebliche Vorteile bieten und mit verhältnismäßigem Einsatz von Energie und Chemikalien ein marktfähiges Produkt erzeugen.
- Neue Geschäftsmodelle und Anreizsysteme sollten geschaffen werden, um die Umsetzung dieser neuen Konzepte einer Kreislaufwirtschaft im Abwassersektor zu fördern.

SMART-Plant-Projektteam beim Besuch der Phorphorrückgewinnungsanlage der Berliner Wasserbetriebe auf dem Klärwerk Waßmannsdorf

Untersuchung von Wasserwiederverwendung, Nährstoffrückgewinnung und Energiegewinnung aus Abwasser

ZIELE

- Entwicklung einer interaktiven Plattform mit „validierten Technologiedaten"; dient der Wissensverbreitung für identifizierte „NextGen-Technologien" in Bezug auf Wasserwiederverwendung, Material- und Nährstoffrecycling sowie Energierückgewinnung
- Auswertung spezifischer Technologien mittels Ökobilanzen und Risikoanalysen
- Optimierung des Wärmemanagements bei der Biogasproduktion mit einer zusätzlichen Thermo-Druck-Hydrolyse
- Durchführung von Workshops mit Endverbrauchern, insbesondere Landwirten; Schaffung von Akzeptanz bei der Nutzung von recycelten Produkten
- Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Wasserwiederverwendung

ERGEBNISSE

- Die interaktive Plattform („Technology Evidence Base") wurde konzipiert und wird im Internet frei zugänglich sein.
- Eine quantitative mikrobielle Risikoanalyse zeigt, dass „regenerierte" Membranen zur Behandlung des Klarlaufs von Kläranlagen das Infektionsrisiko bei der Wiederverwendung des gereinigten Abwassers in den Bereich der WHO-Hygienekriterien senken können.
- Auf einem Klärwerk in Braunschweig ist die geplante großtechnische Anlage zur Nährstoff- und verbesserten Energierückgewinnung in Betrieb gegangen. Erste Ergebnisse zeigen, dass die neue Thermo-Druck-Hydrolyse in der anaeroben Schlammbehandlung zu einer Steigerung der Methanausbeute um 20% beigetragen hat.
- Landwirt*innen, Akteur*innen aus Behörden und aus der Düngemittelindustrie sowie Wissenschaftler*innen sind im Rahmen eines Praxisworkshops („Community of Practice") zu dem Ergebnis gekommen, dass die produzierten Sekundärrohstoffdünger eine Nachbehandlung erfordern werden. Gemeinsam sollen ebenfalls in diesem Rahmen die genauen Anforderungen definiert werden.

Der globale Wasserbedarf wächst kontinuierlich – vom Wasserbrauch in der Industrie und Landwirtschaft bis hin zum verstärkten Bedarf in den Städten. Das Konsortium des Projekts NextGen hat sich daher zum Ziel gesetzt, innovative Technologien und kreislauforientierte Konzepte im Wassersektor zu entwickeln.

NextGen wird vom niederländischen Forschungsinstitut KWR geleitet und bündelt 30 Partner*innen aus 11 europäischen Mitgliedsstaaten, die aus der Wirtschaft, mittelständischen Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen kommen. In acht verschiedenen EU-Ländern werden neuartige Technologien in verschiedenen Bereichen wie z. B. der Wasserwiederverwendung, der Nährstoffrückgewinnung und der Energiegewinnung anhand von zehn Fallstudien untersucht.

In Deutschland liegt der Fokus auf Untersuchungen zur Rückgewinnung von Nährstoffen aus dem Abwasserpfad und einer verbesserten Energiegewinnung aus Klärschlamm mittels anaerober Faulung in Kombination mit dem Verfahren der Thermo-Druck-Hydrolyse. Für die Untersuchungen arbeiten das KWB und der Abwasserverband Braunschweig eng zusammen.

Next Gen – Innovative Technologien und kreislauforientierte Konzepte im Wassersektor

nextgenwater.eu

Kontakt
Dr.-Ing. Anne Kleyböcker (KWB)
anne.kleyboecker@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	07/2018–06/2022
Projektvolumen	11,4 Millionen Euro KWB: 527.000 Euro
Finanzierung	EU Horizon 2020, Programm „Water in the Context of Circular Economy" (Grant Agreement No. 776541)

Partner*innen
KWR Watercycle Research Institute (Koordinator), EURECAT, Fachhochschule Nordwestschweiz, Cranfield University, Strane Innovation SAS, European Science Communication Institute, KWB, Abwasserverband Braunschweig (AVB) und 22 weitere Partner

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

N-Rückgewinnung mit zwei Einheiten auf dem Klärwerk Braunschweig-Steinhof: Ammoniak-Stripper und Ammoniakgaswäscher

Recyclingdünger liefern Beiträge zum Ressourcen- und Gewässerschutz

CLOOP – Schließen globaler Nährstoffkreisläufe durch Weiterentwicklung der Recyclingdünger AshDec und Struvit zu Düngern der nächsten Generation

Kontakt
Fabian Kraus (KWB)
fabian.kraus@kompetenz-wasser.de

Lea Conzelmann (KWB)
lea.conzelmann@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 11/2017–10/2020
Projektvolumen 2,1 Millionen Euro
KWB: 353.359 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner*innen
Outotec GmbH & Co KG (Koordination), Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), KWB, Universität Bonn, The University of Queensland, Universidade de Sao Paulo

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Im Rahmen des Verbundvorhabens CLOOP soll nachgewiesen werden, dass aus dem Abwasserpfad zurückgewonnene mineralische Nährstoffrezyklate, wie z. B. Phosphor, in der landwirtschaftlichen Praxis eine höhere Nutzungseffizienz als konventionelle Düngemittel erzielen können. Dies ist entscheidend für einen nachhaltigen Gewässerschutz und einen effizienten Ressourceneinsatz.

Im Projekt wird daher eine neue Generation von Düngemitteln erprobt, die tatsächlich aus dem Abwasserpfad zurückgewonnen werden und – anders als konventionelle Dünger – bei geringer Wasserlöslichkeit dennoch eine hohe Pflanzenverfügbarkeit aufweisen. Dazu zählen Struvit und ein aus Klärschlammasche über das AshDec-Verfahren zurückgewonnenes Produkt, das Calciumnatriumphosphat enthält. Diese Rezyklate werden unter verschiedenen klimatischen Bedingungen in Deutschland, Australien und Brasilien auf landwirtschaftlichen Flächen getestet.

Im Projektverbund ist das Kompetenzzentrum Wasser Berlin für die Auswahl und Beschaffung der Sekundärdünger aus Kläranlagen zuständig. Des Weiteren leitet das KWB das Arbeitspaket „Evaluation und Ökobilanzierung“.

ZIELE

- Weiterentwicklung von Nährstoffrezyklaten aus dem Abwasserpfad zu Düngern einer nächsten Generation
- Steigerung der Nutzungseffizienz von Düngemitteln in der Landwirtschaft
- Bewertung der gesamten Prozesskette von der Rückgewinnung bis hin zur Düngemittelanwendung

ERGEBNISSE

- Für verschiedene Varianten des AshDec-Verfahrens wurden Ökobilanzen erstellt. Die Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zur derzeit praktizierten direkten landwirtschaftlichen Ascheverwertung hier zwar mehr Energie benötigt wird, dafür aber das gewonnene Endprodukt Phosphat eine höhere Pflanzenverfügbarkeit aufweist.
- Positive Effekte für die landwirtschaftliche Praxis: So gewonnener Phosphordünger kann sparsamer eingesetzt werden, unerwünschte Austräge von Überschüssen in die Gewässer werden verringert. Darüber hinaus fallen beim AshDec-Verfahren weniger toxische (Schwer-)Metalle an. Dieses Verfahren soll nun im großtechnischen Maßstab in Bayern zum Einsatz kommen.

Zwischenprodukte bei der Herstellung von granulierten Phosphor-Recyclingprodukten aus Klärschlammasche

Einsatzmöglichkeiten von Nährstoffrezyklaten im Ökolandbau

Ein zentrales Thema im Ökologischen Landbau ist das Wirtschaften in Kreisläufen. Zur Sicherung einer nachhaltigen Landwirtschaft sollen daher besonders regionale Nährstoffkreisläufe geschlossen werden.

Mit der Nutzung von regional aus biogenen, erneuerbaren Abfällen zurückgewonnen Nährstoffen wie z. B. Phosphor könnte die Landwirtschaft nachhaltiger gestaltet werden. Im Ökologischen Landbau ist bisher allerdings ausschließlich weicherdiges Rohphosphat als mineralische Phosphorquelle zugelassen. Hier ist die Düngewirkung jedoch nicht sehr hoch; darüber hinaus kann dieses Mineral auch mit toxischen Schwermetallen wie Cadmium und Uran kontaminiert sein.

ZIELE

- Prüfung der Akzeptanz- und Zulassungsfähigkeit von phosphorhaltigen Recyclingprodukten als Düngemittel im ökologischen Landbau
- Einbringung der gewonnenen Erkenntnisse in deutsche und europäische Zulassungsgremien
- Schaffung von Grundlagen zur Modifikation der europäischen Verordnung zur Regulierung der ökologischen Landwirtschaft (EC 889/2008)
- Einbeziehung von Landwirt*innen, Handel und Wissenschaft als wichtige Akteur*innen in die Untersuchungen

ERGEBNISSE

- Gemeinsam mit Akteur*innen des Ökologischen Landbaus wurden Kriterien zur Schaffung von Akzeptanz bei der Nutzung von Rezyklaten ermittelt.
- Das Recyclingprodukt Struvit erfüllt in hohem Maße diese Kriterien und erreicht bei Akteur*innen des Ökologischen Landbaus sehr hohe Akzeptanz.
- Zulassungsdossiers zur Revision der EC 889/2008 durch den Gesetzgeber wurden erstellt.

nurec4org – Einsatzmöglichkeiten von Nährstoffrezyklaten im Ökolandbau

Kontakt
Fabian Kraus (KWB)
fabian.kraus@kompetenz-wasser.de

Malte Zamzow (KWB)
malte.zamzow@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 01/2017–03/2019
Projektvolumen 354.000 Euro
KWB: 178.000 Euro
Finanzierung Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Partner*innen
Bioland Beratung GmbH, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin (IASP)

gefördert durch DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Ausschnitt Erklärvideo zum Phosphorrecycling

Lidköping Innovation Wastewater Eco-Hub (LIWE)

LIWE – Weitergehende Abwasserbehandlung und Phosphorrückgewinnung im Großmaßstab in Lidköping (Schweden)

angensarv.se

Kontakt
Fabian Kraus (KWB)
fabian.kraus@kompetenz-wasser.de

Michael Stapf (KWB)
michael.stapf@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 07/2018–06/2023
Projektvolumen 7,6 Millionen Euro
KWB: 97.691 Euro
Finanzierung EU Life (LIFE17 ENV/SE/000384), Gemeinde Lidköping (Schweden)

Partner*innen
Gemeinde Lidköping, Universität Lund (LTH), KWB, Federation of Swedish Farmers (LRF)

Weitergehende Abwasserbehandlung und Ressourcenrückgewinnung in einem neuen Klärwerk in Schweden

Die schwedische Gemeinde Lidköping plant den Neubau des örtlichen Klärwerks. Ziel ist eine verbesserte Entfernung von Spurenstoffen durch Bau einer Ozonung. Gleichzeitig soll das Klärwerk die Ressource Phosphor zurückgewinnen. Das Vorhaben wird im Life-Programm der EU gefördert.

Das KWB berät die Gemeinde bei der Realisierung und Inbetriebnahme der Ozonanlage zur weitergehenden Abwasserbehandlung sowie der Etablierung von Verfahrensstufen zur Rückgewinnung der Ressource Phosphor aus Nassschlamm. Darüber hinaus soll KWB die Eignung von Fluoreszenzsensoren zur Prozesssteuerung und Überwachung der Ozonung testen und die Beschäftigten vor Ort für den weiteren Betrieb schulen.

ZIELE

- Elimination und signifikante Reduzierung von Schadstoffen und Krankheitserregern (Pharmazeutika, Hormone und Mikroplastik) im Kläranlagenablauf des Klärwerks Lidköping
- Rückgewinnung von Ressourcen wie Phosphor und Stickstoff aus dem Abwasserpfad und direkte Wiederverwendung durch örtliche Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe sowie die Kommune

ERGEBNISSE

- Das Klärwerk der Gemeinde Lidköping ist in Planung. Das KWB hat diesen Prozess mit mehreren Vor-Ort-Terminen begleitet.

Wasserkreislauf in Lidköping

Phosphatrecycling – eine externe Aufbereitung der Klärschlammasche ist für Berlin sinnvoll

Die Novellierung der Deutschen Klärschlammverordnung von 2017 verpflichtet alle Betreiber von großen Klärwerken dazu, ab dem Jahr 2029 die im Abwasser enthaltene Ressource Phosphat zurückzugewinnen. Phosphat ist eine endliche Ressource und wichtiger Grundstoff für die Herstellung von Pflanzendüngern. Damit stehen Klärwerksbetreiber*innen wie die Berliner Wasserbetriebe (BWB) vor der Herausforderung, die Klärschlammentsorgung so zu gestalten, dass sie auch nach dem gesetzlichen Stichtag tragfähig sein wird.

Vor diesem Hintergrund war das sechsmonatige Vorhaben bePhor angetreten, am Beispiel der BWB als großem Klärwerksbetreiber Entscheidungsgrundlagen zur Entwicklung eines ganzheitliches Phosphat-Recyclingkonzepts vorzubereiten. Die Ergebnisse wurden mit Fachleuten der BWB evaluiert.

ZIELE

- Bewertung verschiedener technischer Möglichkeiten der Phosphorrückgewinnung nach ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten
- Durchführung und Bewertung von technischen Versuchen:
  - Phosphor-Rücklösung aus Mischschlamm mittels Bioversauerung
  - Phosphor-Rücklösung aus Klärschlammasche mit Mineralsäuren
- Entwurf einer Gesamtstrategie zur Phosphor-Rückgewinnung für die Berliner Wasserbetriebe

ERGEBNISSE

- Über eine Bioversauerung lassen sich in den Berliner Kläranlagen mindestens 10–30% des Phosphors zurückgewinnen. Das ist allerdings zu wenig, um den zukünftigen rechtlichen Vorgaben zu genügen.
- Projektempfehlung ist die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammasche:
  - Das Verfahren muss in der Lage sein, Schwermetalle zu eliminieren.
  - Von einer Rückgewinnung vor Ort am Klärwerksstandort wird abgeraten, da der Einsatz von Säuren zur Extraktion der Asche technisch und logistisch sehr aufwendig ist.
- Zur Etablierung der Rückgewinnung aus Klärschlammasche wird eine Kooperation z. B. mit Chemie-Parks empfohlen, da hier die benötigten Säuren leicht und kostengünstig verfügbar sind.

Faultürme im Klärwerk Waßmannsdorf

bePhor

bePhor – Konzepte zu Phosphor-Rückgewinnung und -recycling aus Klärschlämmen und Klärschlammaschen für Berlin und Umgebung

Kontakt
Fabian Kraus (KWB)
fabian.kraus@kompetenz-wasser.de

Malte Zamzow (KWB)
malte.zamzow@kompetenz-wasser.de

Lea Conzelmann (KWB)
lea.conzelmann@kompetenz-wasser.de

Dr.-Ing. Anne Kleyböcker (KWB)
anne.kleyboecker@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 02/2019–07/2019
Projektvolumen 87.000 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner*innen
Berliner Wasserbetriebe (assoziiert)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

E-VENT

E-VENT – Evaluation von Verfahrensoptionen zur Senkung von Energiebedarf und Treibhausgasemissionen der Berliner Kläranlagen

Kontakt
Dr. Christian Remy (KWB)
christian.remy@kompetenz.wasser.de

Laufzeit 03/2017–07/2020
Projektvolumen 862.500 Euro
Finanzierung Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE, Projektnr. 1158-B5-O), Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
KWB (Leitung), Berliner Wasserbetriebe, Technische Universität Berlin

EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt | be Berlin

Berliner Wasserbetriebe

Energiebedarf und Treibhausgasemissionen von Klärwerken lassen sich weiter absenken

Trotz Optimierung des Energieverbrauchs und der Nutzung von Klärgas zur lokalen Strom- und Wärmeerzeugung tragen die sechs Berliner Klärwerke deutlich zum Energiebedarf und damit auch zu den Treibhausgasemissionen Berlins bei. Das Projekt E-VENT testet und bewertet innovative Verfahren zur Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung, um diesen Beitrag der Klärwerke durch den Einsatz neuester Technologie und die sinnvolle Integration von Prozessen zu verringern. Damit soll ein Beitrag des Abwassersektors zu den regionalen und bundesweiten Klimazielen geleistet werden.

ZIELE

- Energetische Optimierung des Belebtschlammverfahrens durch alternative Verfahren der Nährstoff- und Kohlenstoffentfernung: Labor- und Pilotversuche mit aerobem granuliertem Belebtschlamm
- Verbesserung der Biogasausbeute in der Klärschlammbehandlung durch thermo-chemische Hydrolyse sowie Thermo-Druck-Hydrolyse

ERGEBNISSE

- Pilotversuche zum granulierten Belebtschlamm auf dem Klärwerk Stahnsdorf zeigten die sehr gute biologische Reinigungsleistung des Verfahrens.
- Zur Einhaltung der strengen Grenzwerte ist eine Nachreinigungsstufe für dieses Verfahren erforderlich.
- Die thermo-chemische Hydrolyse konnte im Pilotmaßstab die Produktion von Klärgas um bis zu 19% steigern.
- Mit den Ergebnissen der Pilotversuche und der Messungen (z. B. N_2O-Emissionen) können die neuen Prozesse nun auf Basis von belastbaren Daten bewertet werden.
- Die Potenziale der innovativen Technologien für die Senkung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen werden abschließend über Modellrechnungen für ein Berliner Klärwerk abgebildet.

iPilotanlage für die thermo-chemische Hydrolyse auf dem Klärwerk Waßmansdorf

Schaffung von Synergien zwischen kommunalen Abwassersystemen und der Abfallwirtschaft

Die Potenziale kommunaler Abwasser- und Abfallentsorgung zur Erhöhung der Energieeffizienz und der Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen sind noch nicht voll ausgeschöpft. Im Vorhaben REEF 2W, das von der EU im Rahmen des Programms Interreg Central Europe (CE) gefördert wird, sollen daher sektorübergreifende Lösungen für öffentliche Infrastrukturen zur kombinierten Energiegewinnung aus der Abfallentsorgung und Abwasserreinigung entwickelt und umgesetzt werden. Das KWB ist für die Untersuchung von neuen Verfahrensoptionen auf Klärwerken zuständig, unter anderem für eine Biogasaufbereitung und Einspeisung ins Gasnetz und innovative Power-to-Gas-Ansätze.

ZIELE

- Durchführung von Fallstudien für unterschiedliche ergänzende Verfahren auf Kläranlagen (z. B. Co-Vergärung, thermische Hydrolyse, Biogasaufbereitung, Power-to-Gas)
- Entwicklung von Entscheidungshilfen für Betreiber hinsichtlich des Einsatzes von neuen Technologien zur Optimierung auf Kläranlagen
- Ökologische Bewertung der neuen Technologien über CO_2-Fußabdruck

ERGEBNISSE

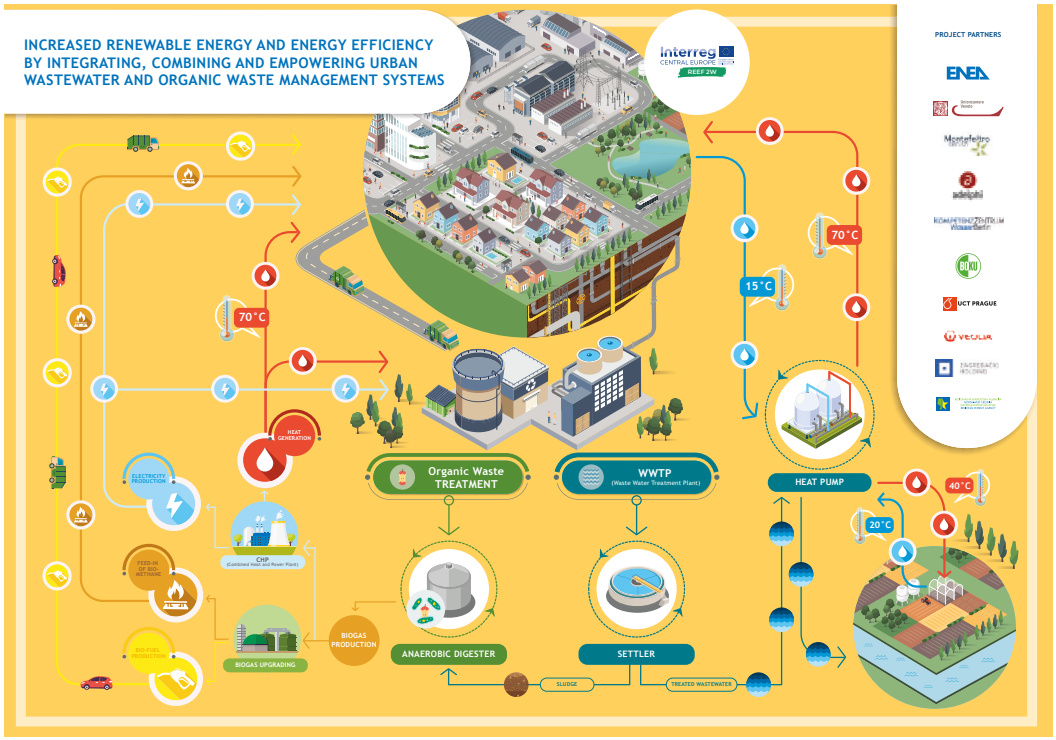
- Die Biogasaufbereitung und -einspeisung bietet ökologische Vorteile vor allem im Rahmen der Energiewende, da so die Bereiche Wärmeversorgung und Verkehr mit grünem Gas beliefert werden können.
- Der Power-to-Gas-Ansatz scheint momentan wegen hoher Investitionskosten und Betriebskosten noch nicht wirtschaftlich.
- Das entwickelte Entscheidungstool wurde für ausgewählte Kläranlagen getestet und optimiert.
- Im Austausch mit den Berliner Wasserbetrieben und dem Berliner Senat werden Ansätze und Konzepte von REEF 2W in Bezug auf das Berliner Energie-und Klimaschutzprogramm BEK 2030 und dessen Fortschreibung geprüft.

REEF 2W – Steigerung des Anteils von erneuerbaren Energien und Verbesserung der Energieeffizienz durch Schaffung von Synergien zwischen kommunalen Abwassersystemen und der Abfallwirtschaft

Kontakt
Dr.-Ing. Christian Remy (KWB)
christian.remy@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	06/2017–05/2020
Projektvolumen	2,3 Millionen Euro KWB: 212.000 Euro
Finanzierung	EU Interreg (CE946), KWB mit Kofinanzierung durch die Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
KWB in einem Konsortium von 12 Partnern unter Leitung von ENEA



ABLUFT-2

ABLUFT-2 – Bewertung der Mitbehandlung von Abluft in der Belebung

Kontakt
Dr.-Ing. Ulf Miehe (KWB)
ulf.miehe@kompetenz-wasser.de

Dr.-Ing. Anne Kleyböcker (KWB)
anne.kleyboecker@kompetenz.wasser.de

Laufzeit 11/2018–10/2020
Projektvolumen 190.600 Euro
Finanzierung Berliner Wasserbetriebe

Berliner Wasserbetriebe

Belüftungssysteme in Klärwerken haben immer noch Optimierungspotenzial

Die Abluft belüfteter Sandfänge enthält in der Regel Schwefelwasserstoff (H_2S), ein Gas, das korrosiv und in höheren Konzentrationen auch gesundheitsgefährdend ist. Auf dem Klärwerk Schönerlinde soll diese Abluft daher erstmals in der aeroben Stufe mitbehandelt und der schädliche Schwefelwasserstoff zu unbedenklichem Sulfat oxidiert werden. Die technische Umsetzung dieser Maßnahme erfolgt unter realen Betriebsbedingungen. Darüber hinaus werden zwei unterschiedliche Belüftermaterialien auf ihre Korrosionsbeständigkeit getestet. In einem weiteren Arbeitsschwerpunkt sollen technische Möglichkeiten untersucht werden, mit denen sich der Energieaufwand von Belüftungssystemen optimieren lässt. Dazu werden auf den Klärwerken Schönerlinde, Münchehofe und Waßmannsdorf vergleichende Langzeituntersuchungen mit den technischen Belüftungskonzepten „Gleitdruckregelung“ versus „Konstantdruckregelung“ durchgeführt.

ZIELE

- Bestimmung des optimalen Betriebs der Abluftreinigung in der aeroben Zone des Belebungsbeckens im Sommer- und Winterbetreib
- Untersuchung von möglichen Auswirkungen der H_2S-Zufuhr ins Belebungsbecken auf die mikrobielle Zusammensetzung des Belebtschlamms
- Analyse des Energiebedarfs der Kläranlagen Schönerlinde, Waßmannsdorf und Münchehofe: Belüftungssystem mit „Konstantdruckregelung“
- Simulation einer „Gleitdruckregelung“ und Abschätzung der Energieeinsparung im Vergleich zur „Konstantdruckregelung“
- Nachweis der Energieeinsparung mittels Gleitdruckregelung unter realen Betriebsbedingungen

ERGEBNISSE

- Die Analyse des spezifischen Energieverbrauchs der Gebläse in Schönerlinde weist auf teilweise ungünstige Einstellungen der Diffusoren in den Gebläsen hin.
- Basierend auf dem spezifischen Energieverbrauch der Gebläse wurde eine Staffelung der Gebläse entwickelt, die in einer Simulation bis zu 4% Energieeinsparung erwarten lassen.
- Durch zusätzliche Einführung einer Gleitdruckregelung könnten zusätzlich ca. 2% Energie eingespart werden.
- Untersuchungen zur Abluftbehandlung sind nach Inbetriebnahme der technischen Behandlungsanlage für 2020 geplant.

Abluftgebläße mit Saugleitung (links) und Druckleitung (rechts) auf dem Klärwerk Schönerlinde der Berliner Wasserbetriebe

Entwicklung von digitalen Lösungen für Membrankläranlagen

Die Nutzung von digitalen Technologien in der Wasserwirtschaft entwickelt sich rasant. Das gilt auch für dezentrale Kläranlagen. Im Projekt MBR 4.0 sollen für den Bereich der dezentralen Abwasserbehandlung mit Membranbelebungsreaktoren (MBR) die Einsatzmöglichkeiten von digitalen Technologien untersucht werden. Insbesondere geht es hier darum, den Betrieb und insbesondere den bei MBR-Anlagen besonders sensiblen Bereich der Wartung durch digitale Systeme zu verbessern.

ZIELE

- Prozessüberwachung, -steuerung und -visualisierung in Echtzeit und Entwicklung einer smarten Wartungsapplikation
- Optimierung der MBR-Prozessabläufe mittels Modellierung und Simulation
- Optimierung der Belüftung mittels einer intelligenten lastabhängigen Steuerung
- Optimierung der Wartungseinsätze mittels einer vorausschauenden Wartung kritischer Bauteile
- Betrieb einer MBR-Pilotanlage mit optimierter Steuerung und Wartung am Standort einer Kläranlage in Berlin
- Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen zur digitalen Transformation und Steigerung der Exportfähigkeit

ERGEBNISSE

- Das Projekt ist mit einer Recherche zur Regelungs- und Steuerungstechnik für MBR-Anlagen und anschließender Auswahl von Messtechnik zur Ausstattung der geplanten Pilotanlage angelaufen.
- Die Simulationssoftware SIMBA# wurde erfolgreich an die Anforderungen für MBR-Prozesse angepasst und wird verwendet.

MBR 4.0 – Entwicklung digitaler Lösungen zur Optimierung von Membranbelebungsreaktoren

Kontakt
Dr.-Ing. Kuangxin Zhou (KWB)
kunagxin.zhou@kompetenz-wasser.de

Dr.-Ing. Ulf Miehe (KWB)
ulf.miehe@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 08/2019–07/2021
Projektvolumen 595.456 Euro
KWB: 196.896 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung, Förderinitiative KMU-innovativ

Partner*innen
MARTIN Systems GmbH (Koordinator), KWB, Berliner Wasserbetriebe (assoziierter Partner)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Membrantank in MBR-Anlage von Martin Systems GmbH

Aufbereitung von Grundwässern mit erhöhtem Sulfatgehalt

SULEMAN – Aufbereitung von Grundwässern mit erhöhtem Sulfatgehalt: Innovative Optionen und Grenzen eines ressourcen- und insbesondere energieeffizienten Trinkwassermanagements

Kontakt
Jeannette Jährig (KWB)
jeannette.jaehrig@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 06/2018–05/2021
Projektvolumen KWB: 291.490 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Wirtschaft im 6. Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“, Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
DVGW-Forschungsstelle TUHH (Koordination), Hamburger Wasserwerke GmbH, Berliner Wasserbetriebe, KWB, INGE GmbH, Surflay Nanotec GmbH

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Berliner Wasserbetriebe

Steigende Sulfatkonzentrationen in Grundwässern und Uferfiltraten stellen viele Wasserversorgungsunternehmen bei der Bereitstellung von Trinkwasser vor neue Herausforderungen. Regional wird es immer schwerer, den Grenzwert der Trinkwasserverordnung für Sulfat (250 Milligramm pro Liter) ohne zusätzlichen Einsatz von technischen Maßnahmen einzuhalten. Im Vorhaben sollen an Standorten der Wasserversorger HAMBURG WASSER und Berliner Wasserbetriebe unter realen Betriebsbedingungen bereits kommerziell erhältliche Verfahren der Sulfatentfernung auf ihre Effizienz beim Ressourcen- und Energieverbrauch untersucht werden.

ZIELE

- Untersuchung der Ressourcen- und Energieeffizienz der Verfahren Niederdruckumkehrosmose im Vergleich zu Ionenaustauschern
- Weiterentwicklung und Optimierung von neuen modifizierten Ultrafiltrationsmembranen (LbL-UF)
- Ökobilanzielle Bewertung der untersuchten Verfahrenskonzepte zur Entfernung von Sulfat aus dem Grundwasser

ERGEBNISSE

- Die Pilotanlage zum Verfahren der Niederdruckumkehrosmose ist in Betrieb gegangen mit Ergebnissen aus der Behandlung von Reinwasser aus dem Wasserwerk:
  - Sulfat wird bis unter die Bestimmungsgrenze von 6 Milligramm pro Liter entfernt. Damit kann das Verfahren auch zur Behandlung von Wasserteilströmen eingesetzt werden, da Sulfat nicht komplett entfernt werden muss.
  - Zusätzlich wird die Wasserhärte um etwa 60% verringert.
  - Bei der Aufbereitung fallen etwa 20–25% des zu behandelnden Wassers als Abwasser an, welches entsorgt oder weiter behandelt werden muss. Optionen hierfür werden noch untersucht.

Niederdruckumkehrosmose-Pilotanlage im Wasserwerk Berlin Friedrichshagen (Vorder- und Rückansicht)

Einsatz von digitalen Tools im europäischen Wassersektor

Vor dem Hintergrund von Klimawandel, Bevölkerungsentwicklung und alternden Infrastrukturen müssen europäische Städte das Management ihrer Wassersysteme schrittweise verändern. Unter der Leitung des Kompetenzzentrums Wasser Berlin (KWB) untersuchen 24 Partner aus 10 europäischen Ländern neue Anwendungsmöglichkeiten von digitalen Lösungen im Wassersektor. Im Projektkonsortium des Vorhabens Digital-Water.City (DWC) werden mit Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Wasserversorgungs- sowie -entsorgungsbetrieben insgesamt 15 zukunftsweisende digitale Ansätze wie Sensornetzwerke, Online-Messmethoden und Maschinelles Lernen weiterentwickelt und in den Städten Paris, Mailand, Kopenhagen, Sofia und Berlin getestet.

Das Themenspektrum reicht von der Verbesserung der Leistung und Rentabilität von Wasserinfrastrukturen über Fragestellungen zur Vermeidung von Hygienerisiken in Badegewässern bis hin zu neuen Anwendungen zur Information der Öffentlichkeit über das Wassermanagement in der Stadt.

ZIELE

- Entwicklung und Test von innovativen digitalen Anwendungen und Systemen zur Entscheidungsunterstützung für das Wassermanagement in Städten
- Verringerung gesundheitlicher Risiken bei der Wiederverwendung gereinigten Abwassers in der Landwirtschaft und in Badegewässern
- Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Abwasserkanälen mit Sensor-Netzwerken und Methoden des Maschinellen Lernens
- Anwendung von Visualisierungstechniken wie Augmented Reality zur Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit über die Herausforderungen des (Grund-)Wassermanagements
- Sicherstellung der Übertragbarkeit und Interoperabilität von Sensoren

ERGEBNISSE

- Die Umsetzungsplanung der Fallstudien in Zusammenarbeit mit Stakeholdern vor Ort ist angelaufen. Indikatoren zur Bewertung des lokalen Nutzens der anvisierten Lösungen wurden festgelegt.
- In Berlin und Paris wurden die Messkampagnen zur Überwachung und Bewertung der Badegewässerqualität auf den Weg gebracht.
- Ein Protokoll zur Identifizierung von Governance-Strukturen und nicht-technischen Barrieren, die für die Einführung neuer digitaler Lösungen eine zentrale Bedeutung haben, wurde entwickelt.
- Der Austausch mit externen Stakeholdern, den „Communities of Practice“, ist angelaufen. Damit werden lokale Entscheidungsträger in das Vorhaben eingebunden und können einen eigenen Input geben.

Digital-Water.City (DWC) – Urbanes Wassermanagement auf dem Weg in die digitale Zukunft

digital-water.city

Kontakt
Dr. Hella Schwarzmüller (KWB)
hella.schwarzmueller@kompetenz-wasser.de

Dr. Nicolas Caradot (KWB)
nicolas.caradot@kompetenz-wasser.de

Dr.-Ing. Pascale Rouault (KWB)
pascale.rouault@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 6/2019–12/2022
Projektvolumen 5,9 Millionen Euro
KWB: 724.500 €
Finanzierung EU Horizon 2020 (Grant Agreement No. 820954)

Partner*innen
KWB (Koordinator) im Konsortium mit insgesamt 25 Partnern aus Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Norwegen, Israel, Italien und Spanien

Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

Auftaktpressekonferenz von Digital-Water.City mit Nicolas Zimmer, Vorstandsvorsitzender der Technologiestiftung Berlin, Edith Roßbach, Geschäftsführerin des KWB, Christian Rickerts, Staatssekretär in der Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, Regina Gnirß, Geschäftsführerin des KWB, Jörg Simon, Vorstandsvorsitzender der Berliner Wasserbetriebe (v.l.n.r.)

Echtzeit-Überwachung von Hygieneparametern in Badegewässern mit dem Sensor ALERT der Firma FLUIDION

KEYS – Umsetzung von Schwammstadt-Konzepten in China

Kontakt
Dr.-Ing. Kuangxin Zhou (KWB)
kuangxin.zhou@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 08/2018–07/2021
Projektvolumen 3,0 Millionen Euro
KWB: 420.740 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung in der Fördermaßnahme „CLIENT II - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Innovationen“

Partner*innen
Leibniz Universität Hannover, Institut für Siedlungswasserwirtschaft ISAH (Leitung), KWB, Dahlem Beratende Ingenieure GmbH & Co. Wasserwirtschaft KG, Steinhardt GmbH Wassertechnik, NIVUS GmbH, MARTIN Systems GmbH, AKUT Umweltschutz Ingenieure Burkard und Partner, BPI Hannover Verworn Beratende Ingenieure
Chinesische Wissenschaftliche Partner: Tsinghua University, Harbin Institute of Technology

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Umsetzung von Schwammstadt-Konzepten in China

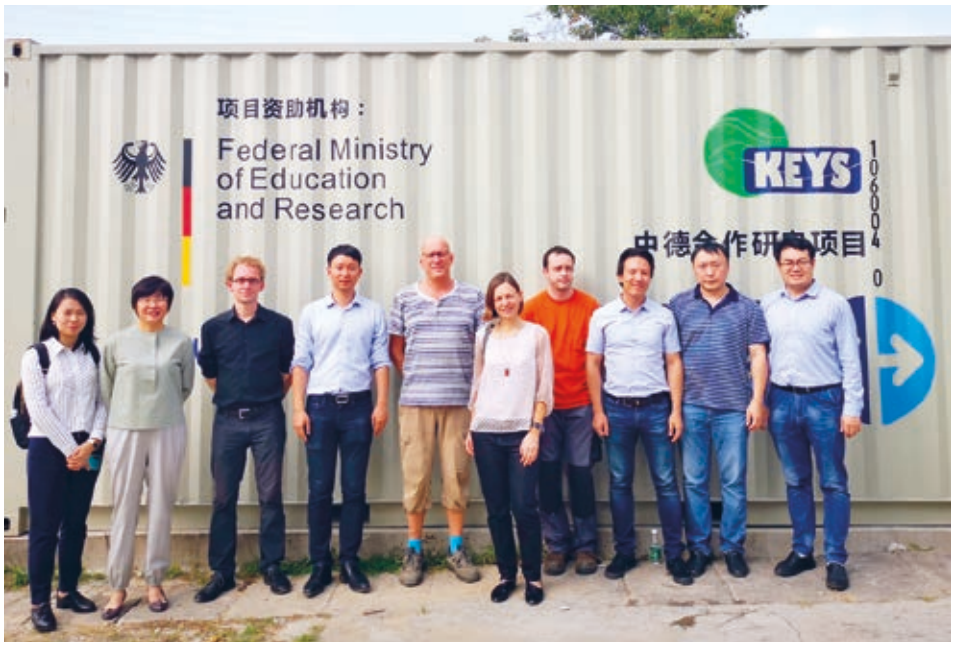
Das Verbundvorhaben KEYS soll zusammen mit chinesischen Partnern die bedarfsgerechte Umsetzung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung und der Abwasserreinigung (Schwammstadt – Sponge-City) in China voranbringen. Musterregionen sind die Metropolen Shenzen und Peking, die beide von der chinesischen Regierung zu „Pilot Sponge Cities“ ernannt wurden. KEYS wurde in enger Kooperation mit dem chinesischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MOST) entwickelt.

ZIELE

- Untersuchung von innovativen und intelligenten Komponenten der Regenwasserbewirtschaftung (SMART SPONGE CITIES) zur Verbesserung des Überflutungsschutzes und der Schmutzfrachtreduktion
- Umsetzung von umweltfreundlichen und besonders energieeffizienten Verfahren der Abwasserbehandlung: Prozessansätze wie Deammonifikation, Aerobic-Granular-Sludge-Technik sowie moderne Membrantechnik
- Entwicklung von integrierten Ansätzen und Verfahren zur Identifizierung und Reduzierung von Schmutzeinträgen aus urbanen Einzugsgebieten in Oberflächengewässer

ERGEBNISSE

- Der vermutete Zusammenhang zwischen hydrologischer Leistung von Gründächern und dem lokalen Klima wurde anhand der vorhandenen Daten bestätigt und durch SWMM-Modellierungen plausibel abgebildet. Damit haben Gründächer das Potenzial, als Maßnahme der Regenwasserbewirtschaftung zum Überflutungsschutz beizutragen. Diese Ergebnisse wurden auf einem internationalen Symposium vorgestellt.
- Zur Analyse primärer Schadstoffeintragspfade wurden für das Stadtgebiet südlich des Flusses Beiyun in Tongzhou Daten erhoben und mit dem Wasserbilanzmodell (ABIMO) hinsichtlich der Schmutzfrachten erfolgreich ausgewertet.
- Im Juni 2019 erfolgte die Installation und Inbetriebnahme der Membranbioreaktor-Pilotanlage auf der Kläranlage Luofang in China. Die Auswertung der ersten Messdaten zeigt, dass die Optimierungsstrategie zur Stickstoffentfernung funktioniert.



KWB-Team beim Besuch eines Versuchsstandorts im Klärwerk Luofang in China zusammen mit Partner*innen vom HIT, MS und der Leiterin des BMBF-Projektbüros/Shanghai

Gestaltung einer klimaresilienten Wasserinfrastruktur für die Stadt der Zukunft

Die Gestaltung klimaresilienter Städte lässt sich nur durch Integration von Stadtentwicklung und Infrastrukturplanung erreichen. Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) bearbeitet im Projektverbund den Baustein „Naturwissenschaftlich-technische Bewertung". Dabei geht es zum einen darum, bestehende Bewertungsverfahren von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung für die Anwendung in netWORKS4 zu vereinfachen und u. a. um eine Resilienzbetrachtung zu erweitern. Zum anderen wird die bereits im BMBF-Vorhaben KURAS entwickelte Planungsmethode für konkrete Standorte in Berlin angewendet und dabei geprüft und weiterentwickelt.

ZIELE

- Kopplung von grauen, grünen und blauen Elementen der Regenwasser- und Abwasserinfrastruktur für die nachhaltige Transformation urbaner Räume am Beispiel von Berlin und Norderstedt (grau = technische Infrastruktur, grün = Stadtgrün, blau = Gewässer)
- Entwicklung gemeinsamer Leitlinien und Ziele für resiliente Wasserinfrastruktur auf unterschiedlichen städtischen Ebenen
- Erfassung von Faktoren der Klimaresilienz städtischer Infrastruktur

ERGEBNISSE

- Die KURAS-Methodik wurde auf die Planung von grauen, grünen und blauen Wasserinfrastrukturelementen ausgedehnt.
- Zur Unterstützung von Planungsprozessen wurden besondere Materialien entwickelt und getestet (Info-Spielkarten, Bewertungsmatrix und Tabellen für die Einzugsgebietsanalyse und Kosten-Nutzen-Bewertung).
- Die Planungsmethode wurde mit den Stakeholdern erfolgreich in fünf unterschiedlichen Einzugsgebieten Berlins angewendet.
- Die vom KWB vorgeschlagene Bewertungsmethode für die Resilienz von Infrastrukturen hat sich als belastbar und aussagekräftig erwiesen.

Workshop mit Akteur*innen zur Bewertung von Resilienzfaktoren in Berlin-Pankow

netWORKS4 – „Resilient networks": Beiträge von städtischen Versorgungssystemen zur Klimagerechtigkeit

Kontakt
Dr. Pascale Rouault (KWB)
pascale.rouault@kompetenz-wasser.de

Dr. Andreas Matzinger (KWB)
andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 10/2016–09/2019
Projektvolumen 1,0 Millionen Euro; KWB: 121.000 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung, KWB mit Kofinanzierung durch die Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
KWB, ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung (Projektleitung), Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Ramboll Studio Dreiseitl, Berliner Wasserbetriebe, Berliner Senatsverwaltungen für Stadtentwicklung und Wohnen sowie für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Stadt Norderstedt

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

ResssourcenPlan im Quartier

R2Q – RessourcenPlan im Quartier

Kontakt
Dr. Andreas Matzinger (KWB)
andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	03/2019–02/2022
Projektvolumen	2,9 Millionen Euro KWB: 148.675 Euro
Finanzierung	Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner*innen
Fachhochschule Münster (Koordination), Stadt Herne, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Technische Universität Berlin, KWB, Jung Stadtkonzepte, Abbruchtechnik Exkern, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie, Gelsenwasser AG

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA Forschung für Nachhaltige Entwicklung
BMBF

Zukunftsstadt

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
RESQ Ressourceneffiziente Stadtquartiere

Ressourceneffizienz bereits in der Vorplanung von Bauprojekten anlegen

Städte benötigen viel Energie und Ressourcen wie Wasser, Flächen und Baustoffe. Schon jetzt sind Städte weltweit für den Verbrauch von 80 Prozent der erzeugten Energie und für bis zu 70 Prozent des Ressourcenverbrauchs verantwortlich, mit steigender Tendenz.

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Erprobung von neuen und wegweisenden Ansätzen des nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen in Städten. Am Beispiel von zwei Quartieren der Stadt Herne, in denen Wohn- und Gewerbegebiete sowie Verkehrsflächen dicht beieinander liegen, soll untersucht werden, wie Wasser, städtische Flächen, Stoffe – beispielsweise Baumaterialien – und Energie durch Vernetzung aller Anrainer effizienter genutzt werden können.

Dazu wird im Rahmen von R2Q ein mit Fachleuten, Bürger*innen und Politik abgestimmter Ressourcenplan entwickelt, der für künftige Bau- und Sanierungsmaßnahmen in Stadtquartieren, auch außerhalb von Herne, zum Einsatz kommen kann.

Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) bringt seine Expertise zu Regenwasserbewirtschaftung und Gewässerschutz in das Vorhaben ein und wird Instrumente entwickeln, mit denen der Einfluss der erarbeiteten Ressourcenpläne auf die Qualität der Gewässer bewertet wird. Die besondere Herausforderung besteht hier darin, möglichst funktionale und einfache Bewertungs- und Modellansätze zur Unterstützung der Planung zu erstellen.

ZIELE

- Identifikation von Synergien und Zielkonflikten in der Optimierung unterschiedlicher Ressourcen im Quartier – Wasser, Baustoffe, Energie, Fläche
- Entwicklung eines Ressourcenplans, in dem bereits in der Planungsphase „NULL“ Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit breit angelegt werden
- Demonstration des Ressourcenplans an zwei Bestandsquartieren der Stadt Herne

ERGEBNISSE

- Der interdisziplinäre Dialog zwischen Fachleuten der Felder Energie, Wasser, Baustoffe, Landschaft, Klimaschutz und Expert*innen der Stadtverwaltung Herne ist in vollem Gange.
- Ein erster Katalog von Indikatoren, der mit allen Partner*innen abgestimmt wurde, liegt vor. Er dient dazu, die Nutzungsintensität der unterschiedlichen städtischen Ressourcen zu bewerten.
- Das KWB hat hierzu eine systematische Darstellung zur Gewässerbelastung beigetragen.

Vision der ressourceneffizienten Stadt Herne

Neubaufassaden können die Biozide Diuron und Terbutryn freisetzen

Trotz eines guten Gewässermonitorings gibt es bisher nur wenige Erkenntnisse darüber, welche Schadstoffe aus urbanen Neubau- und Sanierungsgebieten durch Regenwasser ausgewaschen werden und in urban beeinflussten Gewässern dann gegebenenfalls zur Überschreitung der Umweltqualitätsziele führen können. Im Rahmen eines dreijährigen Forschungsauftrages des Umweltbundesamtes soll über Produkttests und Vor-Ort-Analysen in zwei Berliner Untersuchungsgebieten geklärt werden, aus welchen Bauprodukten vermutete umweltrelevante Emissionen stammen können.

ZIELE

- Erweitertes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Baumaterialien aus Neubau bzw. Sanierung und Regenwasser
- Identifizierung relevanter Schadstoffe, die bei Regenereignissen aus Baumaterialien freigesetzt werden, und ereignisbezogene Bilanzierung der Stofffrachten
- Anwendung eines Modells zur Übertragung der Ergebnisse auf unterschiedliche meteorologische Bedingungen
- Entwicklung eines Leitfadens mit Empfehlungen für Maßnahmen, die zur Vermeidung respektive Verminderung des Eintrages von Schadstoffen aus Bauprodukten in die urbane Umwelt beitragen

ERGEBNISSE

- Es wurde nachgewiesen, dass in Neubaugebieten die in Bauprodukten eingesetzten Biozide Diuron und Terbutryn von Fassaden ausgewaschen werden und in die Regenwasserkanalisation gelangen.
- Auch nach mehr als einem Jahr Monitoring (drei Jahre nach Errichtung der Gebäude) sind die Konzentrationen gleichbleibend hoch und liegen im Fassadenabfluss für Diuron bei etwa 1.000 Mikrogramm pro Liter.
- Mecoprop im Dachabfluss eines Gebietes führte zusammen mit den großen Abflussmengen von Dächern im Gebietsabfluss zu den höchsten Frachten der gemessenen Spurenstoffe.
- Neben Bioziden und Herbiziden wurden auch hohe Konzentrationen und Frachten der Metalle Zink und Aluminium gefunden.
- Modellrechnungen und Messdaten zeigen, dass Fassadenemissionen von der Ausrichtung abhängen und an der Westseite am höchsten sind.

UFOPLAN BaSaR – Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt

Kontakt
Dr. Daniel Wicke (KWB)
daniel.wicke@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	07/2017–07/2020
Projektvolumen	447.000 Euro
Finanzierung	Umweltbundesamt

Partner*innen
KWB (Leitung), HSR Hochschule für Technik Rapperswil, Berliner Wasserbetriebe

Installation eines automatischen Probenehmers

Vorbereitung von Handproben während eines Regenereignisses

Neue Filtermaterialien sollen auch Biozide im Regenwasserabfluss entfernen

SpuR – Neue Maßnahmen zur Reduzierung der Gewässerbelastung durch Spurenstoffe aus urbanem Regenwasserabfluss – Zwei innovative Technologien und ein Planungsleitfaden

Kontakt
Dr.-Ing. Daniel Wicke (KWB)
daniel.wicke@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 05/2019–05/2021
Projektvolumen 339.000 Euro
KWB: 162.700 Euro
Finanzierung Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Partner*innen
KWB, Funke Kunststoffe GmbH, Brillux GmbH, HSR Hochschule für Technik Rapperswil

gefördert durch DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

In urbanen Gebieten kann abfließendes Niederschlagswasser durch organische Spurenstoffe, beispielsweise Biozide, Weichmacher und Flammschutzmittel, belastet sein. Diese Substanzen werden bei Regen von Gebäudeoberflächen wie Fassaden und Dächern sowie von Verkehrsflächen abgewaschen und können in Abhängigkeit von Witterung und Stadtstruktur über die Regenwasserkanalisation unbehandelt in die Gewässer gelangen.

Auf Grundlage von Erkenntnissen aus anderen Vorhaben des Kompetenzzentrums Wasser Berlin (BaSaR, OgRe) und der HSR sollen im Vorhaben SpuR Strategien und konkrete technische Maßnahmen beteiligter Firmen untersucht werden, mit denen solche Einträge verringert werden können.

ZIELE

- Anwendung von neuen Fassadenanstrichen zur Schadstoffreduzierung „an der Quelle“
- Anwendung von neuen Filtermaterialien (Substrate) zur Behandlung von Regenwasser als „End-of-Pipe-Technologie“
- Entwicklung einer Planungssystematik zur Reduzierung von Spurenstoffeinträgen aus Regenwasserabflüssen

ERGEBNISSE

- Das bestehende Filtermaterial für Regenwasserfilter konnte deutlich verbessert werden und erreichte in Säulenversuchen einen Rückhalt von bis zu 99% für Biozide wie beispielsweise Diuron und Mecoprop.
- Eine Beimpfung des Filtermaterials mit verschiedenen Bakterien- und Pilzkulturen zur Erhöhung des Abbaugrads hat keine relevanten Effekte gezeigt.
- Die Beschichtung einer Fassade mit der neuen Fassadenfarbe parallel zu einem konventionellen Produkt ist abgeschlossen. Das Monitoring wurde begonnen.

Dezentrale Behandlung von belastetem Niederschlagswasser

Verbesserung der Badegewässerqualität in Barcelona und Berlin

Regenwasser- und Mischwasserüberläufe sind für urbane Gewässer besonders problematisch, so dass ohne ergänzende Maßnahmen eine Nutzung als Badegewässer meist nicht möglich ist. Neue Managementstrategien im Kanalnetz wie auch neuartige Messverfahren zur schnellen Bestimmung fäkaler Belastung stellen vielversprechende Lösungsoptionen dar, um Gewässerbelastungen zu vermindern. Darüber hinaus kann die Bevölkerung über Informationssysteme und Vorhersagemodelle besser und schneller mit Informationen zur Badegewässerqualität versorgt werden. In Berlin und Barcelona sollen solche Lösungsoptionen entwickelt und getestet werden.

ZIELE

- Realisierung einer Webplattform zur Echtzeitsteuerung von Kanalnetzsystemen in Barcelona, um die Anzahl von kurzzeitigen Verschmutzungen durch Starkregen wie auch die dadurch entstehenden Gesundheitsrisiken in Badegewässern zu reduzieren
- Verbesserung von Echtzeitinformation zur Badegewässerqualität in Berlin durch Nutzung von Regenradardaten und den Einsatz neuartiger Messgeräte
- Bewertung des Reduktionspotenzials von Mischwasserentlastungsereignissen durch Optimierung der Kanalnetzsteuerung

ERGEBNISSE

- An Spree und Havel wurden drei neuartige Messgeräte der Firma ADASA (AQUABIO) zur Überwachung der hygienischen Gewässerqualität installiert. Mit diesen Geräten konnten durch Mischwasserüberläufe verursachte kurzfristig auftretende Gewässerverschmutzungen gemessen werden.
- Am KWB wurde ein Modellbaustein (Modellsoftware R) entwickelt, der nun eine Integration von frei verfügbaren Regenradardaten des Deutschen Wetterdienstes in Vorhersagemodelle ermöglicht.
- Es wurden die Randbedingungen für eine Ökobilanz festgelegt, um die Nachhaltigkeit der eingesetzten Technologien ganzheitlich zu bewerten.

iBathWater – Weitergehende Bewirtschaftung von städtischen Abwassersystemen zur Gewährleistung der Qualität von Badegewässern

Kontakt
Wolfgang Seis (KWB)
wolfgang.seis@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	09/2018–12/2021
Projektvolumen	KWB: 222.240 Euro
Finanzierung	EU Life (Grant Agreement No. LIFE17/ENV/ES/000396)

Partner*innen
Fundació Eurecat (Koordination); ADASA Sistemas (S.A.U.), Barcelona Cicle de l'Aigua, Stadtverwaltung Barcelona, KWB sowie BWB, LaGeSo, SenUVK und UBA (assoziiert)

Projektteam beim Besuch eines im Projekt iBathWater betriebenen Online-Monitoring-Systems, installiert auf der Pilotanlage für Oberflächenwasseraufbereitung des „Flussbad Berlin"

FLUSSHYGIENE – Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen – Nachhaltiges Management unterschiedlicher Gewässertypen Deutschlands

Kontakt
Wolfgang Seis (KWB)
wolfgang.seis@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	06/2015–11/2018
Verlängerung	10/2019
Projektvolumen	2,7 Millionen Euro KWB: 713.000 Euro
Aufstockung	280.000 Euro KWB: 180.000 Euro
Finanzierung	Bundesministerium für Bildung und Forschung; KWB erhält zusätzlich eine Kofinanzierung durch die Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
Partner nach Verlängerung: KWB (Koordination), inter 3 Institut für Ressourcenmanagement, Umweltbundesamt, Berliner Wasserbetriebe, Technologiestiftung Berlin (Unterauftrag)

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Berliner Wasserbetriebe

Forschung für saubere Badegewässer

Obwohl Deutschlands Flüsse in den letzten Jahrzehnten deutlich sauberer geworden sind, liegen von den über 2.000 nach EU-Badegewässerrichtlinie registrierten Badestellen nur knapp über 30 an Flüssen. Dies hat seinen Grund, denn gerade Flüsse unterliegen durch unvorhersehbar Regen- und Mischwassereinleitungen kurzfristigen Belastungen, die das Baden zu einem gesundheitlichen Risiko machen können.

Das Projekt wurde um zwölf Monate verlängert, um die entwickelten Produkte zu digitalisieren und anschließend über die Webpräsenz des Umweltbundesamts online zur Verfügung zu stellen.

ZIELE

- Entwicklung von Modellen zur kurz- und langfristigen Vorhersage der hygienischen Wasserqualität in Fließgewässern
- Implementierung von Frühwarnsystemen an Flussbadegewässern zur kurzzeitigen Vorhersage von Verschmutzungen
- Vertiefung des Verständnisses der gewässerinternen Selbstreinigungsprozesse hinsichtlich pathogener Viren und Indikatorbakterien
- Analyse der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen, die bei der Entwicklung neuer Flussbadestellen zu beachten sind

ERGEBNISSE

- In der Verlängerung des Vorhabens wurde eine Web-Applikation entwickelt, welche die zuständigen Behörden beim Aufbau eigener Frühwarnsysteme zur Vorhersage der Badegewässerqualität unterstützt. In einem gemeinsam mit den Projektpartnern durchgeführten Bund-Länder-Workshop wurde über die Nutzungsmöglichkeiten dieser Anwendung informiert.
- Das in Berlin laufende Vorhersagemodell für Badegewässerqualität konnte durch die Fortführung des Monitoring-Programms in der Badesaison 2019 validiert werden und informiert die Berliner*innen weiterhin über die aktuelle Badegewässerqualität an ausgewählten Badestellen (badegewaesser-berlin.de).
- Das Vorhaben wurde im Sommer 2019 mit dem Berliner AQUA AWARD ausgezeichnet. Damit würdigt das Berliner Branchennetzwerk Aquanet Berlin-Brandenburg jedes Jahr herausragende Leistungen der Berliner Wasserbranche.

Badestelle an der Havel in Berlin

Optimierung von Instandhaltungsstrategien für Abwassernetze

Die Unterhaltung von Abwasserinfrastruktursystemen einschließlich der Kanalnetze ist teuer. Erneuerungs- und Instandhaltungskosten liegen in Größenordnungen von mehreren Millionen Euro, die von Städten und Gemeinden getragen werden müssen. Viele Städte sind mit einer überalterten Infrastruktur konfrontiert, die in hohem Maße reparatur-, sanierungs- oder erneuerungsbedürftig ist.

ZIELE

- Entwicklung und Optimierung von Werkzeugen zur Unterstützung von Kommunen und Entsorgungsunternehmen bei der Planung von kosteneffizienten Inspektions- und Sanierungsstrategien für ihre Kanalinfrastruktursysteme

ERGEBNISSE

- Zur Simulation von Sanierungsstrategien für Abwasserkanäle wurde ein innovatives numerisches Modell entwickelt und in Braunschweig und Sofia getestet.
- Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem Instrument handfeste Informationen für die jährliche Planung des Sanierungs- und Investitionsbedarfs von Kanalinfrastrukturen geliefert werden können.
- Die Kenntnis des Kanalalters ist eine Schlüsselinformation zur Modellierung des Zustands von Abwasserkanälen. Mit einer neuen Methode können in der Betreiberdatenbank jetzt fehlende Baujahre mit einem Vorhersagefehler von weniger als sieben Jahren geschätzt werden.

Blick in Mischwasserkanalisation, Berlin

Reliable Sewer

Reliable Sewer – Optimierung von Kanalinspektions- und Sanierungsstrategien

Kontakt
Dr. Nicolas Caradot (KWB)
nicolas.caradot@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	04/2016–09/2019
Projektvolumen	k.A.
Finanzierung	Veolia/VERI (Veolia Recherche et Innovation)

Partner*innen
Veolia/VERI (Veolia Recherche et Innovation)

Präzise Zustandsprognose von Abwasserkanälen mithilfe von Alterungsmodellen

SEMA-Berlin 2 – Unterstützung der Kanalsanierungs- und Investitionsplanung mit Alterungsmodellen

Kontakt
Mathias Riechel (KWB)
mathias.riechel@kompetenz-wasser.de

Laufzeit	05/2018–06/2021
Projektvolumen	201.311 Euro
Finanzierung	Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
Berliner Wasserbetriebe

Studien zur Entwicklung der Abwasserinfrastruktur zeigen, dass die derzeitigen Investitionen in Instandhaltung und Sanierung nicht ausreichen, um eine fortschreitende Alterung der Abwasserkanalisation aufzuhalten. Ein Hindernis sind fehlende, an die Bedürfnisse der Endnutzer angepasste Planungsinstrumente. In SEMA-Berlin 2 werden statistische und KI-gestützte Modellansätze zur Berechnung des Zustands von Abwasserkanälen mit Modellkomponenten für unterschiedliche Sanierungsverfahren kombiniert. Die entwickelten Ansätze unterstützen die langfristige Kanalsanierungs- und Investitionsplanung von Kommunen und ermöglichen eine bedarfsgerechte Planung von Kamerainspektionen.

ZIELE

- Weiterentwicklung und Verbesserung der getesteten Alterungsmodelle
- Entwicklung von Ansätzen zur Beurteilung des Effektes von Sanierungsmaßnahmen
- Untersuchung des Effektes langfristiger Sanierungsstrategien auf Netzzustand, Alter, Substanzwert und Sanierungskosten
- Untersuchung von Modellunsicherheiten
- Priorisierung einzelner Kanalhaltungen und Gebiete für kurzfristig anzusetzende Inspektions- und Sanierungsplanungen

ERGEBNISSE

- Mit dem weiterentwickelten Alterungsmodell kann der Zustand des Kanalnetzes mit sehr hoher Genauigkeit vorhergesagt werden.
- Die Kopplung des Alterungsmodells mit Modellkomponenten für die Kanalsanierung ermöglicht es, verschiedene Sanierungsstrategien hinsichtlich ihres langfristigen Effekts auf Zustand, Sanierungskosten und Netzalter zu untersuchen (Predictive Maintanance).
- Das Projekt wurde vom Verband Kommunaler Unternehmen (VKU) mit dem Innovationspreis 2019 ausgezeichnet.

Ausschnit aus einer Video-Animation zur Zustandsprognose von Abwasserkanälen

Verleihung des VKU-Innovationspreises an SEMA-Berlin im März 2019 mit Katherina Reiche, Hauptgeschäftsführerin des VKU, Regina Gnirß und Nic Lengemann, beide BWB, Mathias Riechel, KWB, Elke Eckert, Frank Bruckmann und Andreas Schmitz, alle BWB, sowie Michael Ebling, Präsident des VKU (v.l.n.r.)

Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten

Gemäß einer 2015 von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) durchgeführten Umfrage beträgt die Länge des bundesdeutschen Kanalnetzes ca. 576.000 Kilometer. Der Wiederbeschaffungswert allein der Abwasserkanäle wird auf etwa 910 Milliarden Euro geschätzt. Hinzu kommen Schacht- und Sonderbauwerke sowie öffentliche und private Anschlussleitungen. Die Kanalinfrastruktur zählt damit zum größten Anlagevermögen von Kommunen. Aus der genannten Umfrage geht auch hervor, dass etwa 25–30 Prozent der Abwasserkanäle mittlere bis sehr starke Mängel aufweisen und in den nächsten zehn Jahren saniert werden müssten.

Viele Netzbetreiber suchen daher nach Lösungen, mit denen sie – anders als bisher – die zum Zweck des baulichen Substanzerhalts notwendigen Budgets vorausschauend planen und anschließend umsetzen können.

Vor diesem Hintergrund wird im Projekt SubKanS ein einheitliches und in der Praxis nutzbares Verfahren zur Beschreibung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Kanalhaltungen und Schächten entwickelt.

ZIELE

- Entwicklung eines einheitlichen und praxisrelevanten Verfahrens zur Beschreibung und Klassifizierung der baulichen Substanz sowie der Zuordnung von Sanierungshauptverfahren
- Offenlegung der Berechnungsgrundlagen, um die Nutzung der Substanzklassifizierung allen Betreibern von Kanalnetzen und Anwendern als Referenz zu ermöglichen
- Formulierung eines Regelwerks entsprechend einer Norm als Merk-/Arbeitsblatt angelehnt an DWA M-149-3

ERGEBNISSE

- Mit der Entwicklung eines Glossars wurde eine wichtige Grundlage geschaffen, um eine unabhängige vergleichbare Substanzklassifizierung durchzuführen.
- Die Entwicklung eines Modells zur vertieften Klassifizierung in Bezug auf die gesamte bauliche Substanz von Kanalhaltungen wurde gestartet. Zur Vorbereitung der Validierung dieses Modells wurden Datensätze unterschiedlicher Kanalnetzbetreiber zusammengetragen.

Installation von Abwasserrohren

SubKanS – Entwicklung eines Standards zur Bewertung und Klassifizierung der baulichen Substanz von Abwasserkanälen und Schächten

Kontakt
Malte Zamzow (KWB)
malte.zamzow@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 01/2019–12/2020
Projektvolumen 1,2 Millionen Euro
KWB: 174.780 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Förderprogramm WIPANO – Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen

Partner*innen
Fachhochschule Aachen (Koordinator), HS Magdeburg Stendal, S & P Consult GmbH, Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Ingenieurbüro Dr.-Ing. Klaus Hochstrate, Dr.-Ing. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, 3S Consult GmbH, SiwaPlan Ingenieurgesellschaft mbH, HanseWasser Bremen GmbH, Gelsenwasser AG, KWB

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

HYDRA

HYDRA – Hydraulik in der künstlichen Grundwasseranreicherung Berlins unter sich ändernden klimatischen Randbedingungen

Kontakt
Dr. Christoph Sprenger (KWB)
christoph.sprenger@kompetenz-wasser.de

Dr. Alexander Sperlich (BWB)
Alexander.sperlich@bwb.de

Laufzeit 01/2018–12/2019
Projektvolumen 100.173 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berliner Wasserbetriebe

Partner*innen
Berliner Wasserbetriebe, Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klima (assoziiert)

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Berliner Wasserbetriebe

Untersuchung der Folgen des Klimawandels für die künstliche Grundwasseranreicherung

Bei der Untersuchung möglicher Folgen des Klimawandels auf die künstliche Grundwasseranreicherung geht es um die Frage, inwieweit Schwankungen im Abfluss der Oberflächengewässer in der Zukunft zu Nutzungseinschränkungen für die künstliche Grundwasseranreicherung führen können. Der Einfluss von steigenden Temperaturen auf die hydraulischen Eigenschaften bei der Infiltration und Untergrundpassage bis zur Entnahme ist ein weiterer Schwerpunkt dieses Forschungsvorhabens.

ZIELE

- Quantifizierung der Auswirkungen steigender Wassertemperaturen auf die hydraulischen Kennwerte der Grundwasseranreicherung
- Ermittlung der Auswirkungen steigender Wassertemperaturen und höherer Nährstoffbelastung auf die technische Oberflächenwasseraufbereitung
- Ermittlung von betrieblichen Anpassungsoptionen zur Überbrückung von möglichen Nutzungseinschränkungen der Grundwasseranreicherung in Zeiten begrenzter Verfügbarkeit von Oberflächenwasser

ERGEBNISSE

- Die hydraulischen Modellierungen zeigen, dass bei höherer Wassertemperatur die Infiltrationsrate ansteigt und die Verweilzeit des Wassers in der Untergrundpassage kürzer ist.
- Zur Bewertung der Anpassungsoptionen wurden im numerischen Modell drei Szenarien betrachtet: (i) eine um 30% geringere Grundwasserneubildung, (ii) zusätzlich ein um 50% höherer Bedarf und (iii) zusätzlich eine um 50% höhere Grundwasseranreicherungsmenge mit folgenden Ergebnissen:
  - Ein Ausgleich durch mehr Grundwasseranreicherung ist möglich, verschärft aber die Nutzungskonflikte entlang des Flusses Havel als Entnahmegewässer. Deshalb wurde empfohlen, die Anreicherung stärker in die Wintermonate zu verlagern.
  - Die Korrelation meteorologischer (Lufttemperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer) und betrieblicher Daten der Oberflächenwasseraufbereitungsanlage Spandau (u. a. Wassertemperatur, Nährstofffracht, suspendierte Feststoffe) hat gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und der Nährstoffbelastung mit Phosphor im Gewässer besteht. Dies hat zur Folge, dass in der Aufbereitung mit einem erhöhten Flockungsmittelbedarf und einer deutlichen Verringerung der Filterlaufzeiten im Sommer gerechnet werden muss.

Messung von Temperaturprofilen in der Grundwasseranreicherung

Entwicklung von standardisierten Prozessen für das Management von Forschungsdaten

Zum Forschungsdatenmanagement (FDM) zählen alle Aktivitäten, die mit der Aufbereitung, Speicherung, Archivierung und Veröffentlichung von Forschungsdaten im Zusammenhang stehen. Die Bedeutung des FDM ist in den vergangenen Jahren enorm gestiegen. Grund dafür sind die großen Datenmengen, die im Zuge der Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen anfallen und neue Herausforderungen an deren Verwaltung und Verarbeitung stellen. Mit den bisherigen Werkzeugen lässt sich dies nur noch schwer bewältigen.

ZIELE

- Entwicklung und Umsetzung eines nachhaltigen Managements von Forschungsdaten am Fallbeispiel des Kompetenzzentrums Wasser Berlin (KWB) als kleinem Forschungsinstitut

ERGEBNISSE

- Wie geplant wurde ein FDM entwickelt und erprobt, das an die speziellen Bedarfe von kleinen Forschungsinstituten angepasst ist. Die Ergebnisse werden in die Datenmanagementstandards und das Qualitätsmanagement des KWB überführt.
- Ein Tool unterstützt die Mitarbeiter*innen bei der Einhaltung der „Best-Practices“, z. B. Namenskonventionen (Pfadanalysetool); ein weiteres Tool dient als Prototyp für eine webbasierte institutsweite Wissensdatenbank.
- Im Rahmen eines eintägigen Workshops wurden die Ergebnisse Vertreter*innen von kleinen außeruniversitären Forschungseinrichtungen vorgestellt.

FAKIN

FAKIN – Entwicklung von standardisierten Prozessen für das Management von Forschungsdaten

Kontakt
Michael Rustler (KWB)
michael.rustler@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 05/2017–04/2019
Projektvolumen 157.665 Euro
Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Smart-Control

Smart-Control – Neue Verfahren zur Überwachung und Kontrolle von Prozessen der Grundwasseranreicherung

Kontakt
Dr. Christoph Sprenger (KWB)
christoph.sprenger@kompetenz-wasser.de

Laufzeit 02/2019–01/2022
Projektvolumen 119.000 Euro (Anteil KWB)
Finanzierung Water JPI, Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner*innen
TU Dresden (Koordination), KWB, Umwelt- und Ingenieurtechnik GmbH Dresden, Adelphi research gGmbH, BRGM, Lyonnaise des Eaux/Suez, Universidade Federal de Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco, University of Cyprus

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Entwicklung eines web-basierten Echtzeitmonitoring- und Kontrollsystems für die gezielte Grundwasseranreicherung

Durch eine gezielte Versickerung von Oberflächenwasser in einem Grundwasserleiter können lokale und saisonale Defizite im Grundwasserdargebot ausgeglichen werden. In Berlin werden ca. 10 Prozent des Trinkwassers durch diese gezielte Grundwasseranreicherung gewonnen. Das Projekt Smart-Control soll dazu beitragen, mögliche Risiken bei der Anwendung dieses Verfahrens durch Entwicklung und Anwendung eines webbasierten Echtzeitmonitoring- und Kontrollsystems in Kombination mit Risikobewertungs- und Managementtools zu reduzieren. Die Untersuchungs- und Erprobungsstandorte liegen in Deutschland, Frankreich, Zypern und Brasilien.

Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) hat die Aufgabe, die hydraulischen Randbedingungen (z. B. Aufenthaltszeit im Untergrund) in Echtzeit zu berechnen sowie eine mikrobiologische Risikobewertung für die gezielte Grundwasseranreicherung zu entwickeln. Als Fallstudie dient das Wasserwerk Berlin-Spandau. Hier werden erstmals bakteriologische Messungen mithilfe einer automatischen Durchflusszytometrie direkt im Grundwasser durchgeführt. Parallel dazu werden Proben mittels konventioneller Kultivierungsmethoden auf Pathogene und Indikatoren untersucht. Anhand von Temperaturmessungen im Brunnen und Infiltrationsbecken sollen die Aufenthaltszeiten des Wassers im geologischen Untergrund berechnet werden und damit Auskunft über die stoffliche Rückhaltekapazität des Standortes geben.

ZIELE

- Minimierung von Risiken bei der gezielten Grundwasseranreicherung durch web-basierte Monitoring- und Kontrollsysteme in Echtzeit
- Entwicklung von Online-Tools zur Erfassung der hydraulischen Randbedingung und Bewertung von mikrobiologischen Risiken

ERGEBNISSE

- Erstmals konnten zeitlich hochauflösende Messungen mit einer automatischen Durchflusszytometrie im Grundwasser durchgeführt werden.
- Kultivierungsmethoden bestätigen, dass pathogene Mikroorganismen nach kurzer Aufenthaltszeit in der geologischen Untergrundpassage entfernt werden.
- Online-Datenlogger wurden vor Ort installiert und speisen Messdaten in die Web-Plattform ein.

Grundwasseranreicherungsbecken im Wasserwerk Berlin-Spandau

Probenahme an Trinkwasserbrunnen zur Bestimmung von hygienischen Parametern

Kleine Fördervorhaben und Aufträge

Projekt	Auftraggeber*innen	Bereich	Kontakt
Ermittlung des CO_2-Footprints von Wasserinfrastrukturvarianten für zwei ausgewählte Stadtquartiere	Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH	Prozessinnovation	Dr.-Ing. Christian Remy
Berechnungstools für THG-Emissionen und Primärenergieverbrauch für Infrastruktur der vierten Reinigungsstufe und Herstellung bzw. Reaktivierung von Aktivkohle	VSA-Plattform, Schweiz	Prozessinnovation	Dr.-Ing. Christian Remy
Gemeinsame Behandlung von kommunalen und industriellen Abwässern	Wasser/Abwasserverband Kalundborg Forsyning, Dänemark	Prozessinnovation	Dr.-Ing. Ulf Miehe
Beprobung und Analyse von Badestellen im Hafen Offenbach	Mainviertel Offenbach GmbH & Co. KG	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Umweltatlas – Bedarf wissenschaftliche Weiterentwicklung des städtischen Wasserhaushaltsmodels ABIMO	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Berlin	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Entwicklung und Implementierung eines Simulationswerkzeuges für die Unterstützung der strategischen Planung von Kanalinspektions- und Investitionsstrategien	Berliner Wasserbetriebe	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Mischwasserkanalsanierung – Überprüfung und Weiterentwicklung von Bewertungsansätzen zur Gewässerqualität, Anwendung auf Berliner Gewässerabschnitte (MISA)	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Berlin	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Aufbau von Frühwarnsystemen an drei zusätzlichen Badestellen in Berlin	Landesamt für Gesundheit und Soziales, Berlin	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Schulung zur Software und Programmiersprache „R“	Berliner Wasserbetriebe	Urbane Systeme	Dr.-Ing. Pascale Rouault
Datenanalyse zur geogenen Versalzung im Berliner Grundwasser	Berliner Wasserbetriebe	Grundwasser	Dr. Christian Menz
Bau und Betrieb von Entwässerungsbrunnen an Tagebaustandorten	RWE Power AG	Grundwasser	Dr. Christian Menz
Wissenschaftliche Begleitung und Analyse zu vier Themenschwerpunkten für die deutsche Fallstudie im Rahmen des Projektes AQUARES	Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband	Grundwasser	Dr. Christoph Sprenger

Netzwerk und Kommunikation

Zu unseren Aufgaben gehört neben der aktiven Forschung auch die Information der (Fach-)Öffentlichkeit über die Ergebnisse unserer Arbeit sowie über aktuelle Forschungstrends und Entwicklungen rund um das Thema Wasser. Hierzu führen wir sowohl Fachveranstaltungen als auch Veranstaltungen für die interessierte Öffentlichkeit durch und stellen der Presse Informationen für die Berichterstattung zur Verfügung.

Mit unserem Netzwerk aus Akteur*innen der Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung fördern wir die Kommunikation sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene.

Keynote-Vortrag von Stefan Uhlenbrook, Koordinator und Direktor des UNESCO World Water Assessment Programme

BLUE PLANET Berlin Water Dialogues

BLUE PLANET Berlin Water Dialogues ist eine Veranstaltungsreihe, die im Jahr 2011 gemeinsam vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe initiiert wurde. Ziel ist es, Fachleute aus Forschung und Praxis branchenübergreifend und international zu vernetzen. Im Jahr 2018 wurde die Reihe als ein von den Initiatoren gefördertes Projekt des Kompetenzzentrums Wasser Berlin in Kooperation mit dem Unternehmensnetzwerk German Water Partnership fortgesetzt. Lassen sich besondere Herausforderungen der Wasserwirtschaft durch intelligente Kombination von technischen und naturnahen Verfahrensansätzen lösen? Dieser Fragestellung ist im April 2019 eine eintägige Konferenz dieser Reihe nachgegangen. Erfolgversprechende Antworten lieferte das EU-Forschungsvorhaben AquaNES, das als Fachpartner eingeladen war, unter dem Dach von BLUE PLANET Berlin Water Dialogues in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften Einblicke in seine internationalen Forschungs- und Praxisergebnisse zu geben. Mehrere Praxisworkshops, eine Fachausstellung und eine abschließende Podiumsdiskussion sorgten für den gewünschten Fachaustauch unter den 160 anwesenden Teilnehmer*innen.

Berliner Lange Nacht der Wissenschaften

Lange Nacht der Wissenschaften mit „Info-Game“ zu Schadstoffen im Regenwasser

Unter dem Motto „Alles über Regenwasser“ war das Kompetenzzentrum Wasser Berlin wieder aktiver Teilnehmer der Berliner „Langen Nacht der Wissenschaften“, dieses Jahr in enger Kooperation mit der „Berliner Regenwasseragentur“ auf dem Forum des Wissenschaftscampus Berlin-Adlershof. Mit 1.200 Besucher*innen war das Interesse am Thema „Regen“ außerordentlich groß. Mit Exponaten, Führungen, Vorträgen und interaktiven Spielen wurde den interessierten Besucher*innen gezeigt, wie die Regenwasserbewirtschaftung in Berlin funktioniert, welche Herausforderungen noch zu bewältigen sind und an welchen Themen derzeit gearbeitet und geforscht wird.

Internationale Konferenz „Water Reuse“ in Berlin

Jens Scheideler, Xylem, Regina Gnirß, Berliner Wasserbetriebe, und Dr. Ulf Miehe, Kompetenzzentrum Wasser Berlin (v.l.n.r.)

Unter der Leitung der „IWA International Water Assoziation“ trafen sich in Berlin vier Tage lang mehr als 400 Fachleute aus der ganzen Welt, um sich über Fortschritte auf dem Gebiet der Wasserwiederverwendung auszutauschen. Mitarbeiter*innen des KWB waren mit mehreren Fachvorträgen aktiv am Konferenzprogramm beteiligt. Darüber hinaus hatte das KWB einen Informationsstand auf der begleitenden Ausstellung. Besondere Attraktion war der Ausschank von Konferenzbier der Eigenmarke „Reuse Brew“, speziell zum Anlass der Konferenz gebraut aus hochgereinigtem Abwasser der Kläranlage Schönerlinde als Gemeinschaftsaktion der Firma Xylem, der Berliner Wasserbetriebe und dem Kompetenzzentrum Wasser Berlin. Damit wurde sehr anschaulich gezeigt, dass die technischen Möglichkeiten, Abwasser qualitativ einwandfrei aufzubereiten, fast grenzenlos sind.

Digitale Lösungen für das Wassermanagement in der Stadt – Auftaktveranstaltung „DWC-Berlin"

Vorstellung des EU-Vorhabens DWC im Pressegespräch am 5. September 2019

Anfang Juni 2019 ist das europäische Projekt Digital-Water.City (DWC) gestartet. Unter der Leitung des KWB werden hier zusammen mit 24 Partnern aus10 europäischen Ländern bis 2022 digitale Lösungen für das Wassermanagement entwickelt. Auch in Berlin sind konkrete Aktivitäten vorgesehen, die in enger Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Wasserbetrieben, Forschungseinrichtungen und Innovationsakteuren aus den Bereichen Digitalisierung und Wasserwirtschaft umgesetzt werden sollen. Um dafür den notwendigen fachlichen Austausch und Wissenstransfer zu gewährleisten, werden in regelmäßigen Abständen Workshops organisiert werden. Im Rahmen einer Auftaktveranstaltung im CityLAB Berlin wurde das Projekt „Digital-Water.City" Berliner Stakeholdern vorgestellt und gemeinsam der Rahmen für die Ausgestaltung der zukünftigen Workshop-Reihe „DWC-Berlin" festgelegt.

Berliner Wasserwerkstatt

Wasserwerkstatt 48 in Kooperation mit dem Deutschen Institut für Urbanistik (Difu)

Die 2004 vom KWB für die Berliner Fachwelt ins Leben gerufene „Berliner Wasserwerkstatt" wurde mit drei Veranstaltungen fortgesetzt. Diese Reihe hat sich in der Berliner Wasserszene zu einer Marke für fundierte Fachinformationen und den Fachaustausch über Wasser entwickelt. Erfolgsrezept ist das Veranstaltungsformat: Vertiefung von aktuellen Wasser(forschungs)themen, kompakt in zwei Stunden am frühen Abend vorgetragen mit anschließendem Get-Together. Themenschwerpunkte im Jahr 2019 waren „Weitergehende Abwasserbehandlung mit bepflanzten Bodenfiltern", „Der Weg ins Zeitalter des Phosphor-Recyclings" sowie „Stadtklima und Wasser" in Kooperation und im Hause des Deutschen Instituts für Urbanistik. Alle Beiträge sind auf der Webpräsenz des KWB veröffentlich zugänglich.

MITGLIEDSCHAFTEN

DPP Deutsche Phosphor-Plattform e.V.

Netzwerk zur Rückgewinnung von Phosphor und für den nachhaltigen Einsatz der rückgewonnenen Produkte

deutsche-phosphor-plattform.de

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft

Politisch und wirtschaftlich unabhängige Vereinigung, die sich für eine nachhaltige Wasserwirtschaft und für die Förderung von Forschung und Entwicklung einsetzt

dwa.de

German Water Partnership

Netzwerk von privaten und öffentlichen Unternehmen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung

germanwaterpartnership.de

IAH International Association of Hydrogeologist

Internationale wissenschaftliche Fachververeinigung für Grundwassermanagement

Iah.org

International Ozone Association

Gemeinnützige Gesellschaft zum weltweiten wissenschaftlichen Austausch und zur Unterstützung der Forschung zu allen Aspekten von technischen Ozon-Anwendungen

ioa-ea3g.org

International Water Association

Internationale Fachvereinigung für den gesamten Wassersektor weltweit

iwa-network.org

The National Ground Water Association

Vereinigung von Grundwasser-Experten mit dem Ziel, Bildung und Wissen zu grundwasserrelevanten Themen voranzubringen und zu verbreiten

ngwa.org

Water Reuse Europe

Gemeinnützige Gesellschaft zur Vernetzung des Wissens zum Stand der Technik und Forschung bei Anwendungen der Wasserwiederverwendung

water-reuse-europe.org

Watershare®

Vom niederländischen KWR Watercycle Research Institut initiierte Plattform für Wasserwissen

watershare.eu

Water Europe

Initiiert von der Europäischen Kommission im Jahr 2004 als Europäische Technologieplattform (ETP) für Wasser unter dem Namen WssTP zur Verbesserung der Koordination und Zusammenarbeit im Europäischen Wassersektor und darüber hinaus

watereurope.eu

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

Team 2019

Edith Roßbach
Geschäftsführerin,
Diplom-Soziologin

Regina Gnirß
Geschäftsführerin,
Diplom-Umwelttechnikerin

Dr.-Ing. Bodo Weigert
Prokurist, Bereichsleitung Finanzen,
Administration, Kommunikation,
Biotechnologe

Monika Jäckh
Verwaltungs- und
Fremdsprachenassistentin

Kristine Oppermann
Controlling/Rechnungswesen,
Diplom-Kauffrau

Tobias Evel
Kaufmännisches Projektmanage-
ment, Diplom-Kaufmann M.A.

Petra Scheider
Assistentin der
Geschäftsführung

Timo Gramenz
Auszubildender zum Kauf-
mann für Büromanagement

Sylvia Deter
Verwaltungs- und
Fremdsprachenassistentin

Dr. Hella Schwarzmüller
Bereichsleitung Grundwasser,
Geologin, Projektleitung
Digital-Water.City

Michael Rustler
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter, Geoökologe,
Projektleiung FAKIN

Dr. Christian Menz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Hydrogeologe,
Projektleitung RWE-BO

Dr. Christoph Sprenger
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Hydrogeologe, Projektleitung HYDRA,
SMART-Control, AQUARES

Dr. Andreas Matzinger
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Limnologe und Umweltwissenschaftler, Projektleitung R2Q

Malte Zamzow
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung SubKanS

Dr.-Ing. Pascale Rouault
Prokuristin, Bereichsleitung Urbane Systeme, Ingenieurin für Wasserwesen, Projektleitung netWORKS4

Franziska Knoche
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Umweltingenieurin

Dr.-Ing. Roberto Tatis Muvdi
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Biologe

Hauke Sonnenberg
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Informatiker

Wolfgang Seis
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung FLUSSHYGIENE, iBathwater

Dr. Nicolas Caradot
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Bauingenieur, Projektleitung Reliable Sewer, Digital-Water.City

Mathias Riechel
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung SEMA-Berlin

Dr. Daniel Wicke
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung AquaNES, BaSaR, SpuR

Dr.-Ing. Ulf Miehe
Prokurist, Bereichsleitung Prozessinnovation, Umweltingenieur

Michael Stapf
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung CWPharma, MeReZon

Mehdi Habibi
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Maschinenbau- und Energie-Ingenieur

Rabea-Luisa Schubert
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Umweltingenieurin

Jan Schütz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Verfahrenstechniker

Lea Sophie Conzelmann
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Umwelttechnikerin

Dr.-Ing. Kuangxin Zhou
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung MBR4.0, KEYS

Dr. Christian Loderer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Kulturtechniker, Projektleitung E-VENT, POWERSTEP, REEF 2W

Vahid Toutian
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, DAAD-Stipendiat, Chemieingenieur

Elisa Rose
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Umweltingenieurin

Fabian Kraus
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung CLOOP, LIWE, nurec4org, bePhor

Dr.-Ing. Anne Kleyböcker
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Bauingenieurin, Projektleitung Circular Agronomics, nextGen, bePhor

Jeannette Jährig
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Umweltingenieurin, Projektleitung SULEMAN

Richard Günsch
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Energie- und Verfahrenstechniker

Dr.-Ing. Christian Remy
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Umweltingenieur, Projektleitung SMART-Plant, E-VENT, REEF 2W, Teamleitung Energie- und Ressourcenrückgewinnung

Trainees

Nigar Abbasova, HTW Dresden, Environmental Engineering
Qais Tawfiq Abuhantash, German Jordanian University
Syad Akkoub, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Lucienne Andreas, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Alina Bassek, Freiwilliges Ökologisches Jahr
Sascha Begemann, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Marvin Bethke, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Maximilian Blümm, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Amina El-Athman, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Anton Fischbacher, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Carolin Flöter, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Nicolas Frey, Technische Universität Berlin, Chemieingenieurwesen
Fabian Funke, Freie Universität Berlin, Geographische Umweltforschung
Lena Geist, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Sten Gilfert, Universität Mainz, Geografie
Magdalena Hau, Technische Universität Berlin, Ökologie & Umweltplanung
Paul-Peter Hebbe, Beuth Hochschule für Technik Berlin, Handwerk/Informationselektroniker
Carlotta Hoffmann, Universität Kassel, Agrarwissenschaften
Jonas Kaminiczny, Beuth Hochschule für Technik Berlin, Pharma- und Chemietechnik
Sabine Lehm, Universität Augsburg, Umwelttechnik
Tobias Lungfiel, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Natalia Monko, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Jann Müller, Universität Lüneburg, Umweltwissenschaften
Frank Nagel, OSZ Versorgungstechnik, Anlagenmechaniker
Zhiheng Pan Xi'an, University of Architecture and Technology, China
Minh Anh Pham, Beuth Hochschule für Technik Berlin, Pharma- und Chemietechnik
Julian Romeike, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Paul Seymer, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Jonas Spitzer, Technische Universität Berlin, Chemieingenieurwesen
Miro Thilemann, Technische Universität Berlin, Chemieingenieurwesen
Peer Titze, Freiwilliges Ökologisches Jahr
Lennard Trümpler, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz
Josephine Vosse, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wasser und Bodenmanagement
Christoph Wenzel, Humboldt Universität Berlin, Integrated Natural Resource Management
Maximilian Wirjatijasa, Technische Universität Berlin, Technischer Umweltschutz

Veröffentlichungen

Projektberichte

Kleyböcker, A., Kim, A., Hofman, J., Serra, A., Casas, S. (2019). Assessment of baseline conditions for all case studies, NextGen Report WP1, Deliverable D1.1.

Kraus, F., Zamzow, M., Conzelmann, L., Remy, C., Kleyböcker, A., Seis, W., Kabbe, C., Miehe, U., Hermann, L., Hermann, R. (2019). PHORWÄRTS Abschlussbericht: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung.

Kraus, F., Zamzow, M., Hoffmann, C., Bessai, A.-K., Fischinger, S., Muskolus, A., Kabbe, C. (2019). Einsatzmöglichkeiten für Nährstoffrezyklate im Ökolandbau - Abschlussbericht nurec4org.

Matzinger, A., Jährig, J., Miehe, U. (2019). Optimierte Materialien und Verfahren zur Entfernung von Mikroplastik aus dem Wasserkreislauf – Schlussbericht Verbundprojekt OEMP (Teilprojekt KWB).

Wicke D., Vosse J., Miehe U. (2019). Combining constructed wetlands and engineered treatment for water reuse. AquaNES Report WP3, Deliverable D3.1.

Konferenzbeiträge

Böhler, M.A., Remy, C., Löwenberg, J., Hagemann, N., Hernandez, A., Joss, A., McArdell, C.S. (2019). Kann die Kohle nachhaltig sein? – Einsatz von Aktivkohle zur Elimination von Spurenstoffen aus kommunalem Abwasser. 13. Aachener Tagung Wassertechnologie, 29-30 Oktober 2019, Aachen, Germany.

Caradot, N., Riechel M., Rouault P., Caradot A., Lengemann N., Eckert E., Ringe A., Clemens F., Cherqui F. (2019). How can condition assessment uncertainty impact sewer deterioration modelling? 8th IWA Leading Edge Strategic Asset Management Conference, 23-27 September 2019, Vancouver, Canada.

Conzelmann, L., Kraus, F., Remy, C. (2019). Comparative cost estimations of full-scale phosphorus recovery processes in German wastewater treatment plants. 3rd IWA Resource Recovery Conference, 8-12 September 2019, Venice, Italy.

Gnirß, R., Rouault, P., Seis, W. (2019). Neue Prognoseinstrumente zur Vorhersage der Hygiene von Badegewässern. 52. Essener Tagung für Wasserwirtschaft, 20-22 March 2019, Aachen, Germany.

Jährig, J., Vredenbregt, L., Wicke, D., Miehe, U., Sperlich, A. (2019). Kapillare Nanofiltration zur Behandlung von anoxischem Grundwasser und Uferfiltrat. Wasserfachtagung „Innovationen in der Trinkwasseraufbereitung“, 14 May 2019, Muttenz, Switzerland.

Kraus, F. (2019): Die Vorgaben der Klärschlammverwertung zur Phosphorrückgewinnung – ein Interpretationsversuch. 32. Karlsruher Flockungstage 2019: Siedlungswasserwirtschaft mit Weitblick – Von der Auslegung bis zur Rückgewinnung, 26-27 November 2019, Karlsruhe, Germany.

Matzinger, A., Frick-Trzebitzky, F., Winker, M., Schramm, E. (2019). Neues zur Auswahl geeigneter blau-grau-grüner Infrastrukturen für das Quartier. 48. Berliner Wasserwerkstatt: Stadtklima und Wasser, 3 September 2019, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin, Germany.

Matzinger, A., Nenz, D., Trapp, J., Anterola, J., Gunkel, M., Reichmann, B., Frick-Trzebitzky, F., Winker, M., Schramm, E., Rouault, P., Funke, F. (2019). Maßnahmenplanung für die Regenwasserbewirtschaftung in Berlin Ergebnisse der BMBF-Projekte KURAS und netWORKS4. 31. Hamburger Kolloquium zur Abwasserwirtschaft, 18-19 September 2019, TUHH Hamburg, Germany.

Matzinger, A., Nenz, D., Trapp, J., Anterola, J., Gunkel, M., Reichmann, B., Rouault, P., Funke, F. (2019). Berücksichtigung vielfältiger Ziele der Regenwasserbewirtschaftung in der Planung - Ergebnisse der BMBF-Projekte KURAS und netWORKS4. BuGG-Städtedialog Gebäudegrün, 11-12 September 2019, Berlin, Germany.

Matzinger, A., Pilger, M., Nebauer, M., Rouault, P. (2019). Potenzial von Bilddaten aus sozialen Medien für die urbane Überflutungsvorsorge – Versuch einer Anwendung für zwei extreme Starkregenereignisse in Berlin. Aqua Urbanica, 9-10 September 2019, Rigi Kaltbad, Switzerland.

Matzinger, A., Zamzow, M., Riechel, M., Pawlowsky-Reusing, E., Rouault, P. (2019). Resilience of urban drainage systems - Proposition of a quantitative approach. 10th NOVATECH, 1-5 July 2019, Lyon, France.

Miehe, U., Tatis-Muvdi, R., Rouault, P., etc. (2019). Extensive Green Roof Performance and Design under Different Climatic Conditions-Analyses from China and Germany. 6th International Conference on Environmental Simulation and Pollution Control, 4-5 November 2019, Beijing, China.

Miehe, U., Wicke, D., Sauter, D., Brunsch, A., Nydrioti, I. (2019). Compliance of combined nature-based and engineered systems with European water reuse regulations. 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, 16-20 June 2019, Berlin, Germany.

Nenz, D., Trapp, J., Matzinger, A., Funke, F., Rouault, P. (2019).) Potenziale grau-grün-blau gekoppelter Wasserinfrastrukturen für die Gestaltung zukunftsfähiger und klimagerechter Städte - Ergebnisse eines strategischen Planungsprozesses in einem Pilotquartier. Aqua Urbanica, 9-10 September 2019, Rigi Kaltbad, Switzerland.

Nenz, D., Trapp, J., Reichmann, B., Matzinger, A., Rouault, P., Anterola, J., Gunkel, M., Winker, M. (2019). Integration eines partizipativen Ansatzes in den Planungsprozess. 48. Berliner Wasserwerkstatt: Stadtklima und Wasser. 3 June 2019, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin, Germany.

Remy, C., Misiukas, J., Lahaye, C., Jucnic-Zonta, Z., Baeza, J., Frison, N., Ferreira, B., Gorostegi, N., Ponsa, S., Colon, J., Enriques, L. (2019). Life Cycle Assessment of material recovery from municipal wastewater: circular economy with environmental benefits? 3rd IWA Resource Recovery Conference, 8-12 September 2019, Venice, Italy.

Riechel, M., Caradot, N., Geerts, T., Grenier, J., Eckert, E., Lengemann, N., Ringe, A., Rouault, P. (2019). Model-based prediction of pipe age for filling gaps in sewer asset data. 9th International Conference on Sewer Processes and Networks, 27-20 August, Aalborg, Denmark.

Riechel, M., Caradot, N., Sonnenberg, H., Rouault, P. (2019) Handling biased and incomplete sewer asset data for deterioration modelling. 6th European workshop on sewer asset management EURO-SAM, 18-19 June 2019. Delft, Netherlands.

Riechel, M., Sonnenberg, H., Caradot, N., Lengemann, N., Eckert, E., Ringe, A., Rouault, P. (2019). Unterstützung der Kanalsanierungsplanung durch statistische und datengetriebene Alterungsmodelle. Konferenz Kommunales Infrastruktur-Management 2019, 26 September 2019, Berlin, Germany.

Rouault, P., Caradot, N., Riechel, M. (2019). Gebührenstabilität durch Asset Management?. 6. Wassertage Münster, 26-27 February 2019, Münster, Germany.

Seis, W., Zamzowm, M., Rouault, P. (2019). Implementation of reliable early warning systems at European bathing waters using multivariate Bayesian regression modelling. Health Related Water Microbiology 2019, Vienna, Austria.

Seis, W., Rouault, P., Medema, G. (2019). Improvement of probabilistic QMRA by quantitative integration of external information using Bayesian hierarchical modelling. Health Related Water Microbiology. Vienna, Austria.

Smeets, P. W. M. H., Linden, K., Miehe, U. (2019). Rolling literature review on pathogen reduction by water treatment processes. 12th IWA International Conference on Water Reclamation and Reuse, 16-20 June 2019, Berlin, Germany.

Stapf, M., Schütz, J., Miehe, U. (2019). Untersuchung des Foulingverhaltens von UV-Onlinesonden im Betrieb einer Ozonung auf Kläranlagen. 11. Fachtagung Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen, 26-27 June 2019, Bad Soden, Germany.

Stapf, M. Schütz, J., Thiyagarajan, V., Miehe, U. (2019). In Einsatz einer Fluoreszenz-Onlinemessung zur Überwachung einer Ozonung zur Spurenstoffelimination - Betriebserfahrungen und Vergleich zum SAK254. 13. Aachener Tagung Wassertechnologie, 29-30 October 2019, Aachen, Germany.

Stapf, M., Schütz, J., Thiyagarajan, V., Miehe, U. (2019). Implementation of a fluorescence (FDOM) online measurement at an ozonation plant used for micropollutant elimination – Operational aspects and comparison to UVA254, Ozone and Advanced Oxidation. Leading-edge science and technologies. IOA WORLD, 24th World Congress & Exhibition, 20-25 October 2019, Nice, France.

Tatis-Muvdi, R., Yang, M., Ackermann, H., Elsner, K., Rouault, P., Dong, Y., Liu, Y., etc. (2019). Extensive Green Roof Performance and Design under Different Climatic Conditions-Analyses from China and Germany. International Symposium on Sustainable Urban Drainage, 17-20 October 2019, Ningbo, China.

Wicke D., Matzinger A., Rouault P. (2019). Organische Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins – Jahresfrachten und Vergleich mit Abwassereinträgen. ÖWAV-Seminar „Weitergehende Abwasserreinigung“, 26-27 February 2019, Wien, Austria., in „Wiener Mitteilungen“, Krampe, J., Kreuzinger, N., Zessner, M. (eds.); TU Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement, Band 249 (2019), ISBN: 978-3-85234-144-6; 12 S.

Wicke D., Matzinger A., Rouault P. (2019). Mikroschadstoffe im Regenwasser – Konzentrationen, Frachten und Vergleich mit Emissionen im Schmutzwasser. 31. Hamburger Kolloquium zur Abwasserwirtschaft, 18-19 September 2019, TUHH Hamburg, Germany.; in „Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft“, Behrendt, J., Rechtenbach, D., Otterpohl, R. (eds.); Gesellschaft zur Förderung der Forschung und Entwicklung der Umwelttechnologien an der TU Hamburg-Harburg e.V., Band 100, ISBN 978-3-942768-25-2; S. 13-23.

Artikel in Fachzeitschriften

Caradot, N., Rouault, P., Schwarzmüller, H. and Weigert, B. (2019). EU-Vorhaben Digital-Water. City: Digitale Tools für das Wassermanagement, bbr 70 (12): 80-83

Funke, F., Matzinger, A., Gunkel, M., Nenz, D., Schulte, A., Reichmann, B., Rouault, P. (2019). Partizipative Regenwasserkonzepte als wirksames Element zur Gestaltung klimaresilienter Städte. wwt Modernisierungsreport 2019/20: 6-10.

Herrig, I., W. Seis, H. Fischer, J. Regnery, W. Manz, G. Reifferscheid and S. Böer (2019). Prediction of fecal indicator organism concentrations in rivers: the shifting role of environmental factors under varying flow conditions. Environmental Sciences Europe 31(1): 59.

Kleyböcker, A., Kraus, F., Conzelmann, L., Remy, C., Miehe, U. (2019). Nährstoffrückgewinnung aus dem Abwasserstrom. wwt wasserwirtschaft wassertechnik 5, 5.

Nenz, D., Matzinger, A., Trapp, J.H., Reichmann, B., Funke, F., Rouault, P., Gunkel, M. (2019). Wasser in der Stadt gemeinsam anders denken und planen. Ernst & Sohn Special 2019 - Regenwasser-Management.

Remy, C., Seis, W., Miehe, U., Orsoni, J., Bortoli, J. (2019). Risk management and environmental benefits of a prospective system for indirect potable reuse of municipal wastewater in France. Water Supply 19(5): 1533-1540.

Rouault, P. (2019). Neues Frühwarnsystem zur Belastung von Badestellen. Springer Professional, Online Article, 6 March 2019.

Seis, W., Meier, S., Osaki, M., Hemmers, L., Sagebiel, D., Hoppe, S., Köhler, A., Gnirß, R., Rouault, P., Szewzyk, R. (2019). Entwicklung eines Frühwarnsystems für die Berliner Unterhavel. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 9/2019.

Toutian V., Barjenbruch M., Unger T., Loderer C. and Remy C. (2020). Effect of temperature on biogas yield increase and formation of refractory COD during thermal hydrolysis of waste activated sludge. Water Research 171.

Trapp, J.H., Nenz, D., Rouault, P., Matzinger, A., Gunkel, M., Reichmann, B. (2019). Planungsprozesse in der wassersensiblen und klimagerechten Stadt – blau-grün-grau gekoppelte Infrastrukturen in der Planungspraxis am Beispiel Berlin. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 66(11): 929-934.

Volker, J., Stapf. M., Miehe. U., Wagner, M. (2019). Systematic Review of Toxicity Removal by Advanced Wastewater Treatment Technologies via Ozonation and Activated Carbon. Environmental Science & Technology 53(13): 7215-7233.

Winker, M., Frick-Trzebitzky, F., Matzinger, A., Schramm, E., Stieß, I. (2019). Abschwächung von Klimafolgen bei erhöhter Lebensqualität in der Stadt – das Potenzial von gekoppelten blau-grün-grauen Infrastrukturen. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 11: 650-655.

Zhou, K., Remy, C., Kabbe, C., Barjenbruch, M., (2019). Comparative environmental life cycle assessment of phosphorus recovery with different generations of the AirPrex® systems. International Journal of Environmental Science and Technology 16 (5): 2427-2440.

Buchkapitel

Kraus, F. (2019). Was folgt aus den Vorgaben zur Phosphorrückgewinnung? In: Verwertung von Klärschlamm 2., Holm, O, Thomé-Kozmiensky, E., Quicker, P. and Kopp-Assenmacher, S., Berlin, Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH.

Abschlussarbeiten

Bethke, M. K. L. (2019). Einsatz von Bodenfiltern zur biologischen Nachbehandlung ozonierten Abwassers. Bachelor Thesis, Technische Universität Berlin.

Blümm, M. (2019). Bio-acidification and phosphorus-recovery potential from mixed excess and primary sludge in sewage treatment plants with biological and chemical phosphorus removal. Master Thesis, Technische Universität Berlin.

Caradot, N. (2019). The use of deterioration modelling to simulate sewer asset management strategies. PhD Thesis, Université de Lyon/INSA Lyon, France.

Fischbacher, A. F. (2019). Inbetriebnahme und Bewertung einer SBR-Pilotanlage zur Behandlung von kommunalem Abwasser mittels granuliertem Belebtschlamm-Verfahren. Bachelor Thesis, Technische Universität Berlin.

Funke, F. (2019). Modellierung und Bewertung von Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung anhand aktueller Planungsvarianten in Berlin-Pankow. Master Thesis, Freie Universität Berlin.

Flöter, C. (2019). Kapillare Nanofiltration im Pilotmaßstab zur Aufbereitung von Wasser unterschiedlicher Qualitäten – Untersuchungen hinsichtlich Rückhalt, Reinigungsstrategien, Energieverbrauch und Reinigungskosten. Master Thesis, Technische Universität Berlin.

Vosse, J. (2019). Performance evaluation of constructed wetlands combined with engineered systems for water reuse. Master Thesis, Technische Hochschule Köln.

Wenzel, C. (2019). Assessment of direct greenhouse gas emissions from a pilot-scale aerobic granular sludge reactor treating domestic wastewater. Master Thesis, Humboldt-Universität zu Berlin.

KOMPETENZZENTRUM
WasserBerlin

Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH · Cicerostraße 24 · 10709 Berlin
kompetenz-wasser.berlin