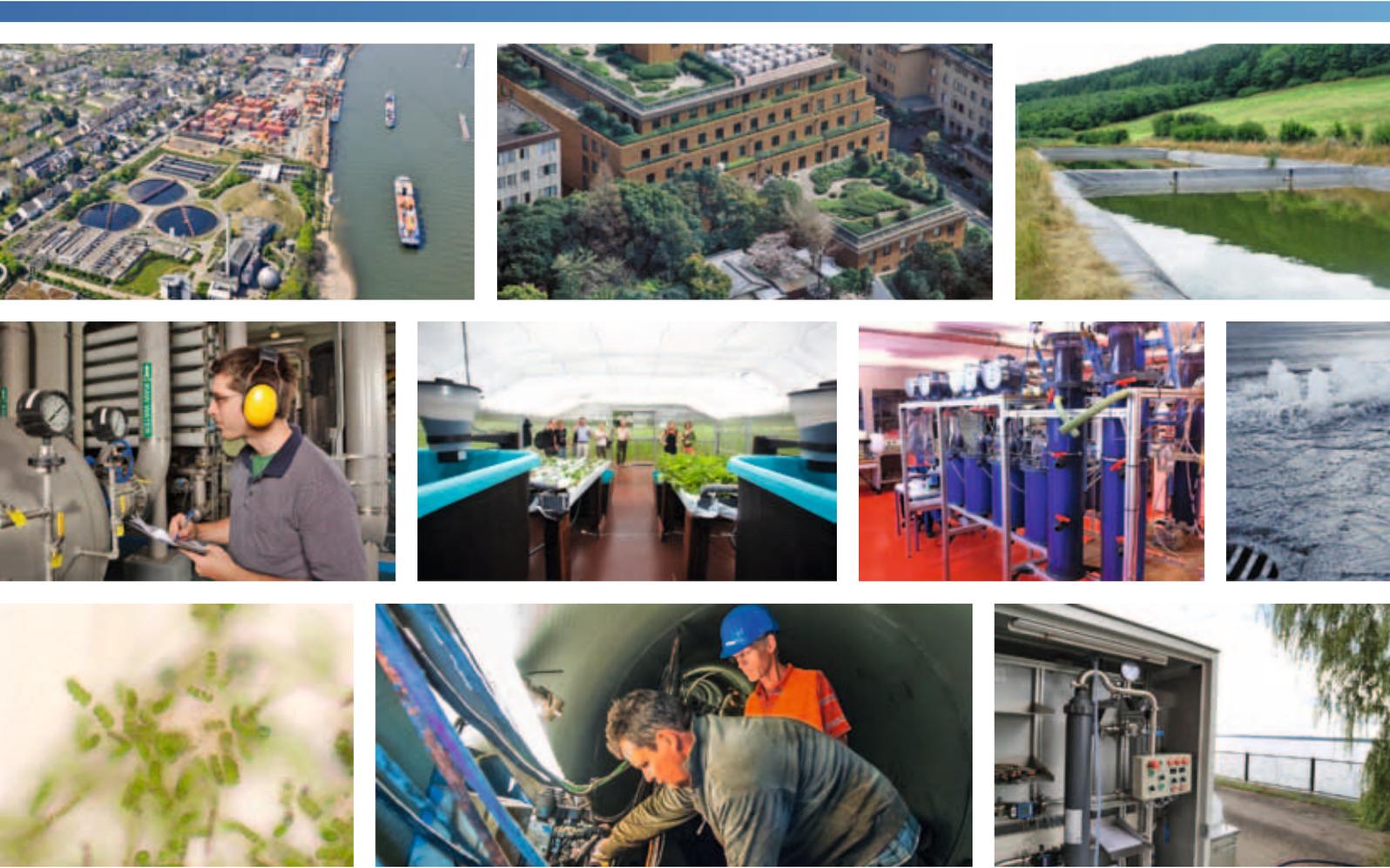


Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Zwischenergebnisse aus den INIS-Projekten



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA
Nachhaltiges
Wassermanagement
BMBF



Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Zwischenergebnisse aus den INIS-Projekten

Inhaltsverzeichnis

- 04 **Die BMBF-Fördermaßnahme INIS**
- 08 **INIS-Verbundprojekte – Übersicht**
 - Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie**
 - 10 **KREIS** – Versorgung durch Entsorgung: Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung
 - 12 **NaCoSi** – Nachhaltigkeitscontrolling siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme – Risikoprofil und Steuerungsinstrumente
 - 14 **netWORKS 3** – Potenzialabschätzung und Umsetzung wasserwirtschaftlicher Systemlösungen auf Quartiersebene in Frankfurt am Main und Hamburg
 - 16 **SinOptiKom** – Sektorübergreifende Prozessoptimierung in der Transformation kommunaler Infrastrukturen im ländlichen Raum
 - 18 **TWIST++** – Transitionswege Wasserinfrastruktursysteme: Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum
 - Konzepte und Systeme zur Sicherung der Wasserversorgung**
 - 20 **EDIT** – Inline-Monitoring wasserbürtiger Pathogene: Entwicklung und Implementierung eines Anreicherungs- und Detektionssystems für das Inline-Monitoring von wasserbürtigen Pathogenen in Trink- und Rohwasser
 - 22 **NAWAK** – Nachhaltige Anpassungsstrategien: Entwicklung nachhaltiger Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft unter den Bedingungen des klimatischen und demografischen Wandels
 - Anpassungs- und Optimierungsstrategien für die Stadtentwässerung**
 - 24 **KURAS** – Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme
 - 26 **SAMUWA** – Die Stadt als hydrologisches System im Wandel: Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts
 - 28 **SYNOPSE** – Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen
 - Verfahren für eine nachhaltige Abwasseraufbereitung**
 - 30 **nidA200** – Innovative Abwasserreinigung: Nachhaltiges, innovatives und dezentrales Abwasserreinigungssystem inklusive der Mitbehandlung des Biomülls auf Basis alternativer Sanitärkonzepte
 - 32 **NoNitriNox** – Planung und Betrieb von ressourcen- und energieeffizienten Kläranlagen mit gezielter Vermeidung umweltgefährdender Emissionen
 - 34 **ROOF WATER-FARM** – Sektorübergreifende Wasserressourcennutzung durch gebäudeintegrierte Farmwirtschaft
 - 36 **Kontaktdaten der Forschungsverbände**
 - 47 **Impressum**

Die BMBF-Fördermaßnahme INIS

Forschung für die Wasserinfrastrukturen von morgen

FORSCHUNG FÜR DIE WASSERINFRASTRUKTUREN VON MORGEN

In Deutschland stehen die Infrastrukturen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung vor erheblichen Herausforderungen. Die Folgen des Klimawandels, demografische Veränderungen und steigende Energiepreise erfordern eine innovative Anpassung der zum Teil veralteten Systeme und die Entwicklung von neuen und flexibleren Lösungen. Hier muss die Wasserforschung ansetzen, um die Einhaltung vorhandener Qualitätsstandards auch in Zukunft zu sichern.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) aufgelegt und mit einem Fördervolumen von rund 33 Mio. € ausgestattet. Verankert ist die Fördermaßnahme im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM), das Bestandteil des BMBF-Programms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) ist.

13 Verbundprojekte erforschen zwischen 2013 und 2016 neue Ansätze in der Wasserwirtschaft mit dem Ziel, innovative und umsetzbare Lösungen zu entwickeln, mit denen Wasserver- und Abwasserentsorgung an sich verändernde Rahmenbedingungen in Deutschland angepasst werden können. In der vorliegenden Broschüre präsentieren die INIS-Forschungsprojekte auf jeweils zwei Seiten ihre wichtigsten Zwischenergebnisse, die in anderthalb Jahren gemeinsamer Arbeit der Verbundpartner erzielt wurden.

THEMEN

Die Forschungsprojekte bearbeiten ein breites und vielfältiges Themenspektrum in den folgenden vier thematischen Clustern:

- » Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie
- » Konzepte und Systeme zur Sicherung der Wasserversorgung
- » Anpassungs- und Optimierungsstrategien für die Stadtentwässerung
- » Verfahren für eine nachhaltige Abwasseraufbereitung

Eine Verortung der Forschungsprojekte in die thematischen Cluster gibt die Tab. 1 wieder. Die Einordnung orientiert sich dabei an den Schwerpunkten der Forschungsaktivitäten. Tatsächlich rei-

chen die jeweiligen Arbeitsprogramme der Projekte oft über die Themen eines einzigen Clusters hinaus, so dass die Zuordnung lediglich zur ersten Orientierung dienen kann.

Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie

Im Fokus eines Teils der Forschungsprojekte steht die Erarbeitung integrierter Konzepte für Wasser-, Abwasser- und Energienutzung. Diese Projekte befassen sich bei der Entwicklung integrierter Konzepte mit den Rahmenbedingungen des Wandels städtischer Wasserinfrastrukturen und suchen Wege zur Umsetzung integrierter Systemlösungen. Sie analysieren Transformationsprozesse und lenken den Blick auf die Komplexität der Entscheidungs- und Planungsprozesse in städtischen und ländlichen Räumen. Neben der Analyse der Umweltauswirkungen verschiedener Optionen und der Durchführung von Kosten- und Nutzenanalysen stehen Fragen nach der Nutzerakzeptanz, den rechtlich-institutionellen Rahmenbedingungen und den notwendigen Planungsprozessen und Managementinstrumenten auf der Forschungsagenda. In einigen Projekten werden Simulations- und Entscheidungswerkzeuge entwickelt, die die verschiedenen Zielgruppen dabei unterstützen sollen, ihre Gestaltungsmöglichkeiten adäquat zu nutzen. Große Bedeutung kommt gleichzeitig der exemplarischen baulichen Umsetzung von integrierten Lösungen einschließlich der Weiterentwicklung und Optimierung von Infrastruktursystemen, Technologien und Verfahren zu, die jeweils die Besonderheiten unterschiedlicher Siedlungsräume berücksichtigen.

Konzepte und Systeme zur Sicherung der Wasserversorgung

Einen zweiten Themencluster bilden Forschungsprojekte, die sich auf unterschiedliche Weise mit der Sicherung der Wasserversorgung befassen. Spezielle Herausforderungen sind verringerte mittlere Wasserentnahmen aus den Trinkwassernetzen, denen klimawandelbedingte gleichbleibende oder sogar erhöhte Spitzenlasten gegenüberstehen, sowie die Zunahme von Hoch- und Niedrigwasserereignissen. Die Folgen sind Veränderungen des Wasserangebots und der Wasserqualität z.B. durch Salzwasserintrusion in trinkwasserrelevante Grundwasserleiter, aber auch hygienische Beeinträchtigungen des Trinkwassers, z.B. durch längere Verweilzeiten des Trinkwassers im Netz. Zum einen setzen sich die Projekte daher mit Strategien zur langfristigen Anpassung der Trinkwasserversorgung an neue Herausforderungen auseinander. Zum anderen beschäftigen sich die Projekte mit der Entwicklung von zuverlässigen stationär und mobil einsetzba-

Tab. 1: INIS-Verbundprojekte nach thematischen Clustern

Integrierte Konzepte	KREIS NaCoSi netWORKS 3 SinOptiKom TWIST++
Wasserversorgung	EDIT NAWAK
Stadtentwässerung	KURAS SAMUWA SYNOPSE
Abwasseraufbereitung	nidA200 NoNitriNox ROOF WATER-FARM

ren Schnelldetektions- und -warnsystemen für das Online-Monitoring von mikrobiologischen Wasserverunreinigungen in Roh- und Trinkwasser.

Anpassungs- und Optimierungsstrategien für die Stadtentwässerung

Ein anderer Teil der Forschungsprojekte konzentriert sich auf die Anpassung und Optimierung von Stadtentwässerungssystemen. Die Schwerpunkte in diesen Projekten liegen auf der Entwicklung und Erprobung nachhaltiger Konzepte für die Regenwasserbewirtschaftung einerseits und für den Betrieb, Ausbau oder Umbau von Stadtentwässerungssystemen andererseits. Sie untersuchen zudem notwendige Abstimmungen zwischen planerischen Instrumenten und organisatorischen Prozessen, um z.B. die Stadtentwässerung mit der Stadtentwicklungs- und Freiraumplanung stärker verknüpfen zu können. Ein weiterer Fokus liegt in der Verbesserung der Datengrundlagen für die Planung und Steuerung von Kanalnetzen.

Verfahren für eine nachhaltige Abwasseraufbereitung

Nachhaltige Verfahren der Abwasseraufbereitung stehen im Zentrum einer vierten Gruppe von Forschungsprojekten. Einer der Forschungsschwerpunkte liegt dabei auf dezentralen und gebäudeintegrierten Abwasseraufbereitungstechnologien, die Verfahren zur Nährstoffrückgewinnung für Düngezwecke und zur Wiederverwendung von Abwasserteilströmen für die Bewässerung enthalten. Hygienefragen sind hier von großem Interesse. Erarbeitet werden zudem Möglichkeiten zur Betriebsoptimierung zentraler Kläranlagen, die gleichzeitig den Energiebedarf

reduzieren, die Nitratelimination maximieren und klimaschädliche Emissionen von z. B. Lachgas, Nitrit oder Methan minimieren. Über die technische Ebene hinausgehend setzen sich diese Projekte mit Begleitaspekten der Realisierung auseinander.

PRAXIS, PRAXIS, PRAXIS

Kennzeichnend für alle Forschungsprojekte der Fördermaßnahme INIS sind die interdisziplinäre Vorgehensweise sowie das enge Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis. Etwa die Hälfte der insgesamt 98 Teilprojekte wird von Kommunen, Unternehmen, Zweckverbänden und sonstigen Einrichtungen der Praxis durchgeführt. Weitere Praxispartner sind als assoziierte Partner oder über Unteraufträge eng in die Verbünde eingebunden. Eine Übersicht der gut 40 einzelnen Modellgebiete zeigt Abb. 1. Aus der Darstellung wird deutlich, dass die Modellgebiete eine Vielzahl unterschiedlicher Regionen in Deutschland abdecken. Der Modellcharakter der Forschungsprojekte und die Erprobung in Kommunen und Regionen mit unterschiedlichen lokalen Randbedingungen unterstützen und stärken die Übertragbarkeit der Ergebnisse.

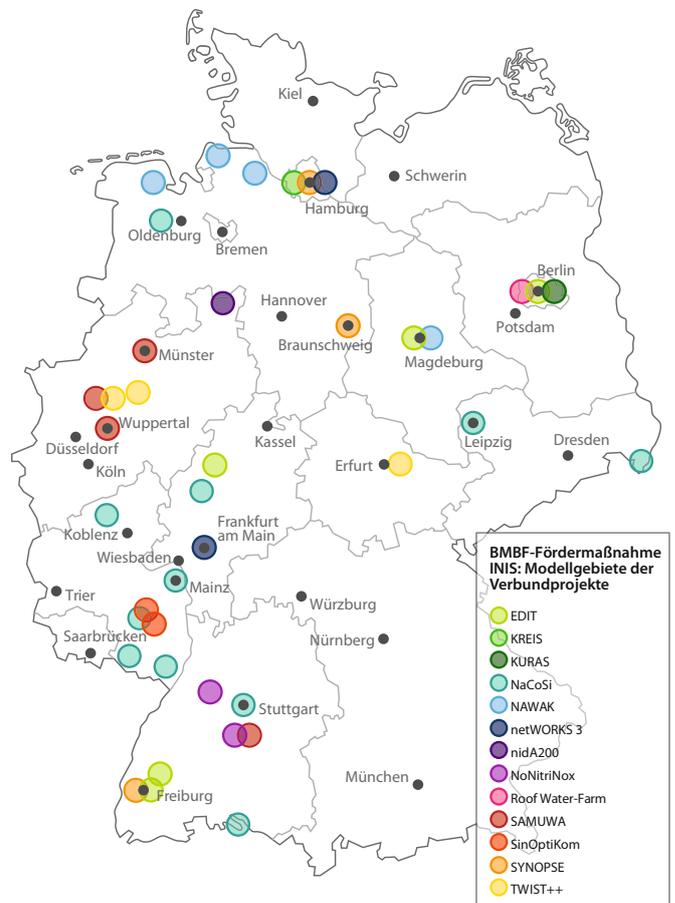


Abb. 1: BMBF-Fördermaßnahme INIS – Übersicht über die Modellgebiete

PROJEKTÜBERGREIFENDE FRAGESTELLUNGEN ZU VERNETZUNG UND TRANSFER

Jedes der INIS-Forschungsprojekte ist im Ziel und im Ansatz einzigartig. Gleichzeitig existieren zwischen den Projekten vielfältige Berührungspunkte und Schnittmengen. Die wichtigsten projektübergreifenden Fragestellungen wurden gleich zu Beginn der Fördermaßnahme gemeinsam identifiziert. Ein breit angelegter Austausch zu diesen Querschnittsthemen bildet das Grundgerüst für die Vernetzung der INIS-Forschungsprojekte und die spätere Synthese der Ergebnisse. Die Bearbeitung der Querschnittsthemen gewährleistet, dass die INIS-Fördermaßnahme als Ganzes mehr ist als die Summe ihrer Teile. Einige der Querschnittsthemen dienen dem Austausch mit thematisch verwandten NaWaM-Fördermaßnahmen, in erster Linie RiskWa und ERWAS. Sie erfüllen somit eine Brückenfunktion. Daneben gibt es übergreifende Fragestellungen, die insbesondere einem INIS-internen Austausch über Methoden und deren Anwendung dienen. Nicht zuletzt gibt es die transferorientierten Querschnittsthemen, die über INIS und NaWaM hinaus relevant sind für Praxis, Politik und allgemeine Öffentlichkeit.

Vernetzung mit anderen NaWaM-Fördermaßnahmen

Bei der Umsetzung von neuen wasserwirtschaftlichen Systemlösungen müssen hohe Gesundheits- und Umweltstandards eingehalten werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf **Hygiene** und persistente **Spurenstoffe**. Hier ergeben sich Anknüpfungspunkte zwischen INIS und der gleichfalls im Rahmen von NaWaM angesiedelten Fördermaßnahme RiskWa, die sich innovativen Technologien und Konzepten zum Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf widmet. Im Mittelpunkt des Austausches stehen Analytik- und Monitoringstandards, die im Rahmen der Fördermaßnahme RiskWa entwickelt wurden, und deren Weiterführung durch die relevanten INIS-Projekte.

Dem Thema Energieeffizienz und -gewinnung ist mit ERWAS ebenfalls eine eigene Fördermaßnahme im Rahmen von NaWaM gewidmet. Gleichzeitig steht das Thema auch im Fokus von intelligenten Systemlösungen und spielt entsprechend oft eine Rolle in den in INIS geförderten Vorhaben. Erforscht werden verschiedene Aspekte der Wärmerückgewinnung aus Abwasser bzw. aus Abwasserteilströmen, der Kopplung der Wärmerückgewinnung mit der Wärmeversorgung von Siedlungen bis hin zur energetischen Optimierung der Abwasserreinigung. Mitunter werden spezielle Fragen behandelt, z.B. hinsichtlich des Umgangs mit unerwünschten Nebeneffekten einer energetischen Optimierung von Aufbereitungsverfahren. In dem letztgenannten Punkt wird das Thema angeschnitten, das für den Austausch im Querschnittsthema „Wasser-Energie-Nexus“ zentral ist, nämlich das Zusammenspiel aus Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Versorgungssicherheit.

Methodische Fragestellungen

Die **multikriterielle** Bewertung ist zentraler Bestandteil der Umsetzung von intelligenten und multifunktionalen Infrastruk-



Abb. 2: Grauwasserrecyclinganlage der Wohnanlage „Block 6“ in Berlin. Foto: E. Nolde/Flickr

tursystemen. Ob es sich um das Management von Zukunftsrisiken, um die Wahl zwischen verschiedenen Systemlösungen und Technikoptionen oder um die Optimierung bzw. Steuerung von Anlagen und Verfahren handelt, stets gilt es, eine Vielzahl von Faktoren zu erfassen und zwischen diesen abzuwägen. In den Forschungsvorhaben kommen unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Oft ist es das Ziel, die „nachhaltigste“ Lösung zu finden. Zum Teil wird eine Weiterentwicklung der Bewertungsverfahren angestrebt. Im Vordergrund des Austausches stehen die Wahl und Gewichtung der Kriterien, die Eignung unterschiedlicher Bewertungsmethoden, die Einbindung von Entscheidern im Bewertungsprozess sowie die Gewährleistung von Transparenz bei der Verfahrensdurchführung, um Verständnis und Akzeptanz bezüglich neuer Systemlösungen zu verstärken.

Szenarien helfen ebenso wie Modelle der **Simulation**, einen Blick in die Zukunft zu werfen und Wirkungen bestimmter Entscheidungen oder Maßnahmen abzuschätzen und zu bewerten. Sie können dazu beitragen, die zukünftig notwendige Auslegung von Infrastrukturen zu begründen. Sie sind zudem ein Instrument der Kommunikation mit unterschiedlichen Stakeholdern. In dem Querschnittsthema geht es einerseits um den Austausch sozialwissenschaftlicher und mathematisch-ingenieurtechnischer Zugänge sowie qualitativer und quantitativer Methoden. Neben der Klärung der jeweilig gesetzten Randbedingungen und Eingangsdaten steht die Frage nach dem Umgang mit un-

sicheren zukünftigen Entwicklungen auf der Agenda. Diskutiert werden zudem die Chancen und Grenzen partizipativer Verfahren, die Möglichkeiten der Visualisierung sowie ihre Bedeutung bei der Entscheidungsunterstützung.

Die Separierung von Abwasser in verschiedenen **Teilströmen** (Schwarz-, Braun-, Gelb- und Grauwasser) ermöglicht einerseits die Aufbereitung und das trinkwassersparende Recycling von Wasser, andererseits aber auch die gezielte Rückgewinnung und Nutzung von (Nähr-)Stoffen. Bislang ist die Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen und Betriebserfahrungen mit unterschiedlichen Verfahrenstechniken aufgrund der Verschiedenartigkeit der Ausgangsprodukte und des Fehlens von Standards kaum gegeben. Ein wichtiges Ziel der gemeinsamen Diskussion ist es deshalb, durch eine Angleichung von Versuchsanalytik und -design zu einer besseren Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen zu kommen. Gemeinsam angestrebt wird des Weiteren eine weitergehende chemische, physikalische und mikrobiologische Charakterisierung von Teilströmen. Neben einem kontinuierlichen Austausch zu Betriebserfahrungen mit unterschiedlichen Verfahrenstechniken soll schließlich auch die Entwicklung von nutzungsbezogenen Qualitätsanforderungen für Betriebswasser vorangetrieben werden.

Transferorientierte Fragestellungen

Die Realisierung intelligenter und multifunktionaler Infrastruktursysteme setzt die Auseinandersetzung mit dem **institutionellen Rahmen** der Wasserver- und Abwasserentsorgung voraus. Als Institutionen werden in diesem Zusammenhang bestimmte Handlungsmuster bzw. Regelmäßigkeiten der Interaktion von Akteuren verstanden. Hierunter fallen sowohl formale Regeln in Form von Gesetzen, technischen Standards usw. wie auch informelle Regeln im Sinne von bestimmten sozialen Umgangsformen. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Querschnittsthema diskutiert, inwieweit ein Institutionenwandel mit neuartigen Infrastrukturlösungen einhergeht bzw. einhergehen muss und welcher Voraussetzungen es dafür bedarf. Da der „Institutionelle Rahmen“ nicht unabhängig von Finanzierungsmöglichkeiten betrachtet werden kann, wird auch die Finanzierung von Systeminnovationen in den Fokus genommen.

Im Querschnittsthema **Stadt- und Freiraumplanung** stehen die Bedeutung und die Folgen des notwendigen Umbaus der Wasserinfrastrukturen für die Stadt der Zukunft im Mittelpunkt. Diskutiert werden Möglichkeiten einer institutionell und inhaltlich engeren Verzahnung von Siedlungswasserwirtschaft und Stadtentwicklungskonzepten sowie tragfähige Planungsinstrumente. Neben Konzepten zur Mehrfachnutzung und zur Integration unterschiedlicher Infrastruktursysteme wie Wasser, Abwasser, Abfall und Energie stehen Ansätze eines nachhaltigen Umgangs mit Flächen-, Energie- und Wasserressourcen im Rahmen von Stadt- und Freiraumplanung auf der Agenda. Aufgegriffen wird die Chance, die INIS zur zukunftsweisenden Integration von Siedlungswasserwirtschaft und Stadtentwicklung und -planung bietet.

Der in INIS bearbeitete Wandel hin zu neuartigen Infrastruktursystemen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung erfordert Überzeugungs- und Vermittlungsarbeit bei den potenziellen Nutzern der Systeme, seien dies kommunale Entscheidungsträger, Anlagenbetreiber oder private Haushalte. Hierzu müssen die Ergebnisse aus INIS zielgruppengerecht aufbereitet und kommuniziert werden. Dieser Herausforderung stellt sich das Querschnittsthema **„Akzeptanz und Kommunikation“**, in dem es Schnittstellen zwischen dem übergreifenden Kommunikationsansatz des Vernetzungs- und Transfervorhaben INISnet und den einzelnen Aktivitäten in den Verbundprojekten diskutiert, verbindet und Akteure der Praxis in die Transferüberlegungen einbezieht.

DAS VERNETZUNGS- UND TRANSFERVORHABEN INISnet

Die Forschungsprojekte der BMBF-Fördermaßnahme INIS werden von dem Vernetzungs- und Transfervorhaben INISnet begleitet. Seine Aufgaben bestehen in der öffentlichen Präsentation der Fördermaßnahme als ganze, der Stärkung der Zusammenarbeit der Forschungsprojekte untereinander sowie der Unterstützung des Transfers der Forschungsergebnisse in Forschung und Praxis.

INISnet wird von zentralen Multiplikatoren der Städte und der deutschen Wasserwirtschaft, dem Deutschen Institut für Urbanistik (Difu), der Forschungsstelle des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) an der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) gemeinsam durchgeführt.

Die vorliegende Broschüre gibt einen ersten Einblick in die bisher erreichten Ergebnisse der INIS-Verbundprojekte. Weitere Informationen zum BMBF-Förderschwerpunkt NaWaM, zur Fördermaßnahme INIS und zu den einzelnen INIS-Forschungsprojekten hält die Internetpräsenz der Fördermaßnahme bereit:

www.bmbf.nawam-inis.de

KONTAKT

Deutsches Institut für Urbanistik (Difu)
Zimmerstraße 13–15 | 10969 Berlin
Jens Libbe
Tel.: +49 30 39001-115
libbe@difu.de

www.bmbf.nawam-inis.de

Projektlaufzeit: 01/2013 – 06/2016





INIS-Verbundprojekte

Integrierte Konzepte

- 10 KREIS
- 12 NaCoSi
- 14 netWORKS 3
- 16 SinOptiKom
- 18 TWIST++

Wasserversorgung

- 20 EDIT
- 22 NAWAK

Stadtentwässerung

- 24 KURAS
- 26 SAMUWA
- 28 SYNOPSE

Abwasseraufbereitung

- 30 nidA200
- 32 NoNitriNox
- 34 ROOF WATER-FARM

Versorgung durch Entsorgung

Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung

HINTERGRUND

Mit KREIS werden innovative Konzepte und Verfahren für die Versorgung und Entsorgung urbaner Räume am Beispiel eines innerstädtischen Wohngebietes inmitten von Hamburg erforscht und weiterentwickelt. KREIS ist die Abkürzung für „Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung“ und beschäftigt sich u.a. mit der Strom- und Wärmeerzeugung aus Abwasser bzw. Biogas.

Ziel von KREIS war und ist es, die großtechnische Umsetzung des Hamburg Water Cycle® (HWC) im Stadtquartier Jenfelder Au wissenschaftlich zu begleiten, d.h. den Planungs- und Bauprozess sowie die Inbetriebnahme der technischen Systeme mit vorbereitenden Untersuchungen zu unterstützen sowie Methoden zur integrativen Bewertung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte zu entwickeln.



Abb. 1: Teststrecke zur Überwachung von Inkrustationen im Unterdrucksystem. Foto: HAMBURG WASSER

ZWISCHENERGEBNISSE

Weil es der Bauzeitenplan für das Stadtquartier Jenfelder Au erforderte, hatte KREIS bereits Ende 2011 und somit wesentlich früher als alle anderen INIS-Projekte begonnen.

Die Vorbereitungsphase KREIS (1) steht kurz vor dem Abschluss und ihre zehn wichtigsten Ergebnisse sind:

- » Die Auslegung der Technik zur Ableitung und Behandlung von Grau- und Schwarzwasser zur Umsetzung im Bauprojekt

wurde ermöglicht. Für weitere Forschungszwecke wurden diverse Entnahmestellen für Schwarz-/Grauwasser und Gärreste (Medienschacht) sowie Teststrecken zur Überwachung von Inkrustationen im Unterdrucksystem errichtet (s. Abb. 1). Ferner wurden die baulichen Voraussetzungen für eine mobile Dosiereinheit zur Co-Fermentation sekundärer Bioressourcen sowie diverse Probenahmestellen geschaffen.

- » Die Neuartigkeit des HWC mit dem Unterdrucksystem für die Schwarzwasserentwässerung betrifft alle Akteure und bedarf einer guten Abstimmung zwischen Planung und Ausführung des Bauprojekts Jenfelder Au. Um fehlerhafte Bauausführungen und ggf. Nachbesserungen zu vermeiden und den Wohnkomfort langfristig zu sichern, wurde ein Handbuch „Qualitätssicherung der Unterdruckentwässerung in Wohngebäuden der Jenfelder Au“ erarbeitet.
- » Diverse Optionen für die Wärme- und Stromversorgung unter Einbeziehung der Biogasnutzung aus der Schwarzwasser- und Bioressourcenvergärung wurden dynamisch simuliert und detailliert bewertet (s. Abb. 2).
- » Um bislang fehlende Kenntnisse über die Beschreibung und Behandlung von Grauwasser zu gewinnen, wurden an drei verschiedenen Grauwassersystemen in Deutschland die Konzentrationen, Abflüsse und Temperaturen bestimmt und daraus einwohnerspezifische Frachten ermittelt. Hierzu wurde ein eigens auf Probenahmen in unmittelbarer Nähe zum Abwasserentstehungsort angepasstes Entnahmesystem eingesetzt. Grauwasser kann nun deutlich besser charakterisiert werden.
- » Sekundäre Bioressourcen (Co-Substrate), die in unmittelbarer Nähe zum Stadtquartier gesammelt und für die Energieerzeugung durch anaerobe Fermentation genutzt werden können, sind mit Rasenschnitt und Fettwasser identifiziert worden. Deren Vor- und Mitbehandlungsoptionen wurden erprobt und beschrieben.
- » Die anaerobe Schwarzwasserbehandlung mit und ohne Co-Substrat konnte sowohl in CST-Reaktoren (continuous flow stirred-tank) als auch in UASB-Reaktoren (upflow anaerobic sludge blanket) stabil betrieben werden (s. Abb. 3). Mit dem UASB-Verfahren konnten bezogen auf die zugeführte organische Feststofffracht deutlich höhere Gaserträge erzielt werden.
- » Da wenig über den anaeroben Ab-/Umbau von Arzneimitteln bekannt ist, wurden zunächst zu untersuchende Stoffe nach ihrer Relevanz ausgewählt. Die Ergebnisse der Abbauprobe zeigen Unterschiede im Verhalten je nach Reaktorsystem

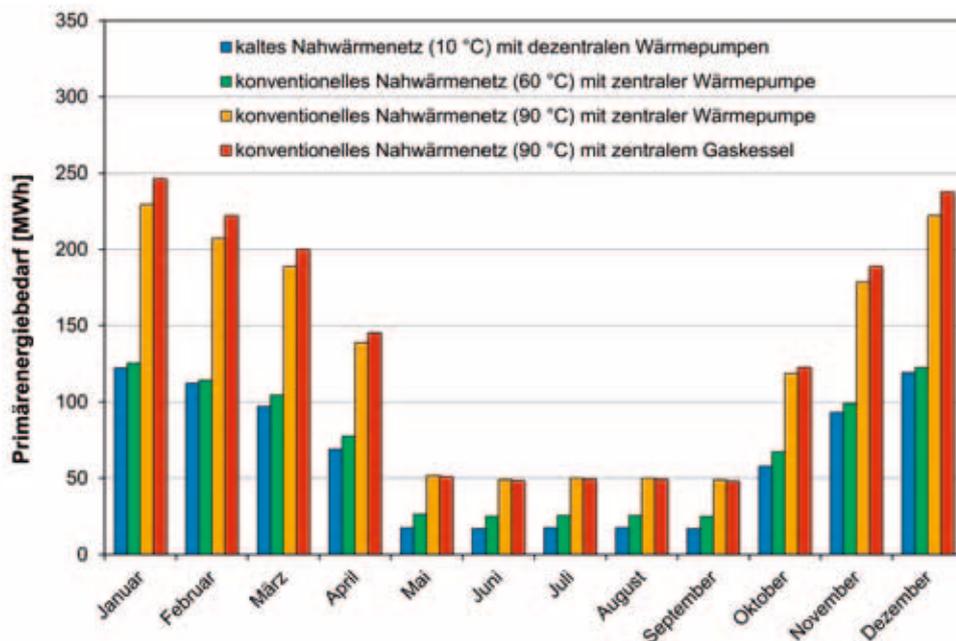


Abb. 2: Primärenergiebedarf verschiedener Konzepte zur Wärmeversorgung im Stadtquartier Jenfelder Au. Grafik: Solar- und Wärmetechnik Stuttgart

tem (UASB besser als CSTR), Substratmischung und dadurch Raumbelastung. Auf Basis der Ergebnisse konnte ein neues Behandlungsdesign abgeleitet werden.

- » Die Grundlagen für die Bilanzierung und Bewertung sowohl des im Bauprojekt realisierten HWC als auch der im Forschungsprojekt KREIS entwickelten Systeme wurden geschaffen. Erste theoretische Berechnungen zum Energiekonzept und zur Verwendung von Küchenabfallzerkleinerern müssen im Praxisbetrieb überprüft werden. Die Referenz-Geruchsmessung im Baugebiet zeigt eine deutliche Vorbelastung, insbesondere infolge einer Hefefabrik und der Gastronomie im Umfeld.
- » Mit einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit in Form von Ausstellungen, Plakaten, Fachaufsätzen in nationalen und internationalen Zeitschriften, Vorträgen bei nationalen und internationalen Konferenzen sowie Internetauftritten wurde ein hoher Bekanntheitsgrad des Projektes erreicht.
- » Das praktizierte Forschungsverbundmanagement hat sich bewährt und maßgeblich zur Erreichung der Projektziele beigetragen, auch wenn es aufgrund neuer Vorgehensweisen relativ aufwändig war.

sellschaftlichen Akzeptanz im Vordergrund. Im Ergebnis sollen Erkenntnisse und Erfahrungen gesammelt werden, die sowohl direkt im Stadtquartier Jenfelder Au verwertbar als auch übertragbar auf ähnliche Umsetzungen des HAMBURG WATER Cycle® im In- und Ausland sind.



Abb. 3: Versuchsstand zum anaeroben Abbau von Arzneimitteln aus Schwarzwasser. Foto: Bauhaus-Univ. Weimar

AUSBLICK

Die „Vorbereitungsphase“ KREIS (1) endet im Februar 2015. Neben den obligatorischen Abschlussberichten der einzelnen Partner wird es einen Synthesebericht geben, der die Zielsetzungen, das Vorgehen und die wesentlichen Ergebnisse des Verbundprojektes zusammenfasst. Der Synthesebericht soll ins Englische übersetzt und auf der Projekt-Homepage veröffentlicht werden.

Ein Förderantrag zur Weiterführung der wissenschaftlichen Begleitung des Demonstrationsvorhabens wurde gestellt. In dieser „Betriebsphase“ KREIS (2) stehen die Optimierung und Weiterentwicklung des kombinierten Energieversorgungs- und Abwasserentsorgungskonzeptes sowie Untersuchungen der ökonomischen Machbarkeit, ökologischen Bewertung und ge-

KONTAKT

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Siedlungswasserwirtschaft
Coudraystraße 7 | 99423 Weimar

Prof. Dr.-Ing. J. Londong
Tel.: +49 3643 584615
joerg.londong@uni-weimar.de

www.kreis-jenfeld.de

Projektlaufzeit: 11/2011–02/2015

Nachhaltigkeitscontrolling in der Siedlungswasserwirtschaft

HINTERGRUND

Klimawandel, demografische Veränderungen oder auch steigende Energiepreise stellen die kommunalen Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft vor neue Herausforderungen. Auch politische Rahmensetzungen und rechtliche Zielvorgaben auf europäischer und nationaler Ebene verändern die Anforderungen an die technische Auslegung und die Organisation der Unternehmen.

Die Zukunftsfähigkeit wasserwirtschaftlicher Unternehmen ist eng damit verknüpft, welche Entwicklungen – seien sie extern oder intern verursacht – die eigene Leistungsfähigkeit zukünftig einschränken und die Nachhaltigkeit gefährden können. Dieser Fragestellung widmet sich das BMBF-Verbundvorhaben „NaCoSi – Nachhaltigkeitscontrolling siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme – Risikoprofil und Steuerungsinstrumente“. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Nachhaltigkeitscontrollings als Steuerungsinstrument für die kommunale Siedlungswasserwirtschaft. Als Produkte des INIS-Projekts NaCoSi entstehen zunächst Methoden und Anleitungen zur Durchführung eines Nachhaltigkeitscontrollings in siedlungswasserwirtschaftlichen Unternehmen. Durch die Öffnung hin zu einem Vergleich mit anderen Unternehmen wird ein brancheninterner Lernprozess über die Risikoversorgung angestoßen.

ZWISCHENERGEBNISSE

Das zu entwickelnde Controllinginstrument unterstützt die Aufgabenträger der Siedlungswasserwirtschaft dabei, systematisch die unternehmensspezifischen Nachhaltigkeitsrisiken zu identifizieren, zu analysieren und im Hinblick auf Handlungsnotwendigkeiten zu bewerten. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie gut ein Unternehmen darauf vorbereitet ist, diesen Risiken zu begegnen. Hierfür werden im Rahmen des Projekts die methodischen Grundlagen für ein solches Nachhaltigkeitscontrolling entwickelt. Kennzahlenbasiert wurden bereits Risiken identifiziert, und mit Planspielen sollen zukünftige Handlungsoptionen ausgelotet werden, um ihre Wirkung zur Risikoreduzierung zu prüfen. Dieses Instrumentarium wird in der Pilotphase von elf Praxispartnern getestet.

Grundlage des Nachhaltigkeitscontrollings ist ein vom Projektverbund entwickeltes Zielsystem für eine nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft. Die Systematisierung der Nachhaltigkeitsziele

orientiert sich hierbei an dem „Fünf-Säulen-Modell“ der Wasserwirtschaft vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfachs (DVGW) und der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) sowie an grundlegenden sektoralen Nachhaltigkeitskonzeptionen. In insgesamt fünf Kategorien gliedern sich fünfzehn Ziele, welche die langfristige und nachhaltige Entwicklung von Unternehmen der Trinkwasserversorgung als auch der Abwasserbeseitigung abdecken (s. Abb. 2).

Diese Nachhaltigkeitsziele bilden den Ausgangspunkt für die Betrachtung von Nachhaltigkeitsrisiken. In einem qualitativen Risikoidentifizierungsprozess wurden mögliche Risiken für siedlungswasserwirtschaftliche Unternehmen in Form von Wirkungspfaden gesammelt. Unter Berücksichtigung von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß werden die aus den Wirkungspfaden resultierenden Risiken analysiert und durch verschiedene Controlling-Tools visualisiert (Netzdiagramm, Risikomatrix und Monitoring-Tool, szenarienbasierte Planspiele). Weitere Strukturanalysen können nach Nachhaltigkeitszielen und Ursachen kategorisiert durchgeführt werden.

Basierend auf den identifizierten Nachhaltigkeitsrisiken werden für den Controlling-Prozess unternehmensspezifische Risikoprofile sowie indikatorbasierte Systeme zur Bestimmung der Zielab-



Abb. 1: Veranstaltungsteilnehmer der „Einführung in die Datenerhebung“ in Mainz am 10.10.14.
Foto: NaCoSi-Forschungsverbund

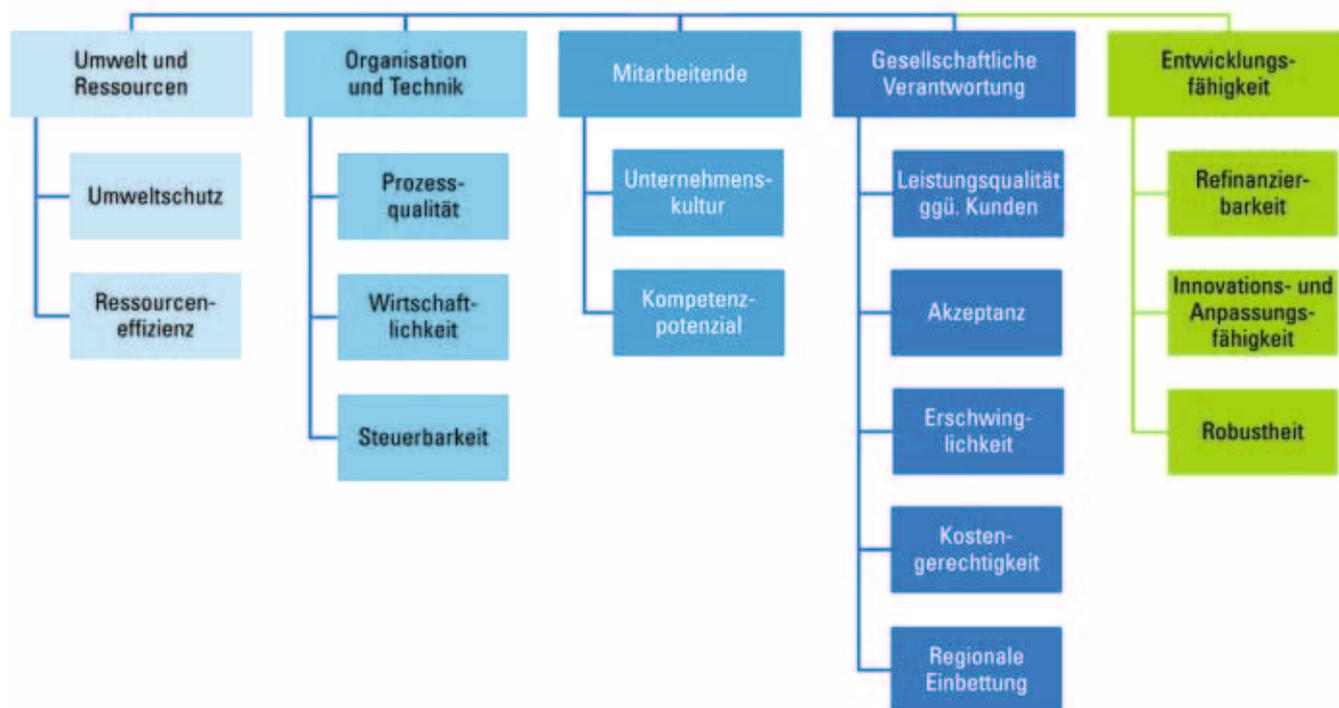


Abb. 2: Clusterung der Nachhaltigkeitsziele als Grundlage zur Entwicklung eines Nachhaltigkeitscontrollings für die Siedlungswasserwirtschaft.
Grafik: NaCoSi-Forschungsverbund

weichung erstellt. Im Herbst/Winter 2014 fand die erste Datenerhebung zum Test der entwickelten Instrumente statt. Hierzu wurden über die aquabench-Online-Plattform bei den elf teilnehmenden Praxispartnern aus den Bereichen Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung die nötigen Daten und Indikatoren erhoben.

Als Auftakt fanden Informationsveranstaltungen für die Praxispartner in Mainz, am 10.10.2014 (s. Abb. 1), sowie in Leipzig, am 6.11.2014, statt. Alle elf Praxispartner beteiligten sich mit großem Engagement an den Informationsveranstaltungen, bei denen sie die aktuellsten Projektfortschritte sowie Einzelheiten zum Ablauf und zum Vorgehen bei der Datenerhebung präsentiert bekamen.

AUSBLICK

Bis Anfang des Jahres 2015 läuft die Datenerhebung bei den Praxispartnern. Anschließend werden die Daten mithilfe der entwickelten Methoden ausgewertet und die unternehmensspezifischen Risikoprofile der Praxispartner erstellt.

Die Ergebnisse der Datenauswertung werden in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern in szenarienbasierten Planspielen im Frühjahr 2015 evaluiert. Ziel einer damit verbundenen Workshopreihe ist es, dass Forschungs- und Praxispartner gemeinsam die für Nachhaltigkeitsrisiken prioritären Prozesse, Treiber und Dynamiken identifizieren und unter Berücksichtigung ihrer

Wechselwirkungen ein plausibles Zukunftsbild zeichnen. Darauf aufbauend sollen im Planspiel problembezogene und unternehmensspezifische Handlungsmöglichkeiten zur Risikovorsorge identifiziert werden. Das Spektrum an Handlungsmöglichkeiten wird hier sicherlich von technischen und betrieblichen bis hin zu kommunikativen Maßnahmen reichen.

KONTAKT

TU Darmstadt – Institut IWAR
Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz
Franziska-Braun-Straße 7 | 64287 Darmstadt

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban
Tel.: +49 6151 16 3939
w.urban@iwar.tu-darmstadt.de

Dr. Alexander Sonnenburg
Tel.: +49 6151 16 3447
a.sonnenburg@iwar.tu-darmstadt.de

www.nacosi.de

Projektlaufzeit: 05/2013 – 04/2016



Potenzialabschätzung und Umsetzung wasserwirtschaftlicher Systemlösungen auf Quartiersebene in Frankfurt am Main und Hamburg

HINTERGRUND

Die Betreiber der kommunalen Wasserver- und Abwasserentsorgung stehen infolge des Klimawandels, steigender Energiekosten und des demografischen Wandels vor großen Herausforderungen bei der Anpassung der Infrastruktursysteme. Innovative neuartige Systemlösungen, die eingesetzt werden könnten, finden aufgrund sozialer und institutioneller Barrieren sowie schwieriger Entscheidungsfindungsprozesse in der Fläche noch keine Verbreitung. Es ist das Ziel von netWORKS 3, Kommunen und Wasserwirtschaft dabei zu unterstützen, den Umbau ihrer siedlungswasserwirtschaftlichen Systeme anzugehen.

ZWISCHENERGEBNISSE

Identifikation der Modellgebiete und ihrer möglichen zukünftigen Systemvarianten

Die Identifizierung geeigneter Gebiete in den Modellregionen Frankfurt am Main und Hamburg erfolgte über die Typisierung städtischer Teilräume aus netWORKS 2. Die Gebietsvorschläge der Fachbehörden wurden entsprechend analysiert und geprüft. Als geeignete Auswahlkriterien erwiesen sich: gute Marktfähigkeit, Lage, Wohnungsneubau sowie Akteure, deren Nutzungs-/Interessenlagen und Besitzverhältnisse.

Die Hamburger Modellgebiete sind das Struenseequartier (neu zu strukturierender Schulstandort) und das Tucholskyquartier (nachzuverdichtendes Entwicklungsgebiet). In Frankfurt wurden die Bürostadt Niederrad (umzuwandelnder Bürostandort), das „Innovationsquartier“ (Konversionsgebiet) und die Rödelheimer Landstraße (Gewerbe- und Industriegebiet mit steigendem Wohnanteil) ausgewählt. Alle Gebiete befinden sich in Innenstadtrandlage und unterliegen einer mittleren bis hohen Entwicklungsdynamik. Gleichzeitig wurde der Transformationsaufwand als gering bis mittel eingestuft.

Für jedes Modellgebiet wurden neben einem konventionellen Referenzsystem der Abwasserinfrastruktur zwei Systemalternativen mit neuartigen Systemlösungen identifiziert (s. Abb. 1). Von sieben Systemvarianten, die zur Verfügung standen, wurden für die Modellgebiete jene ausgewählt, die sich im Hinblick auf die örtlichen Bedingungen am besten eignen.

Bewohnererfahrungen mit Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung

Um herauszufinden, welche Erfahrungen im Alltag mit Grauwasserrecycling und Wärmerückgewinnung bestehen, wurden 45 Haushalte aus vier Berliner Wohnanlagen mit Grauwassernutzung und teilweiser Wärmerückgewinnung in leitfadengestützten Interviews befragt. Dabei zeigte sich, dass die Anlagen aus Sicht der Bewohner weitgehend unauffällig funktionieren und überwiegend positiv wahrgenommen und bewertet werden. Für die meisten der Befragten ist die Qualität des Betriebswassers für die Toilettenspülung in Ordnung. Die ökologischen Vorteile der Anlagen spielen für sie eine deutlich größere Rolle als die ökonomischen Einsparpotenziale. Zu beiden Aspekten wünschen sich die Befragten jedoch teilweise etwas mehr Hintergrundinformationen.

Die Befragungen zeigen auch, dass das Interesse, die Bedürfnisse und die Bewertungen der Bewohner in Bezug auf die unterschiedlichen Abwassersysteme sehr heterogen sind. Zudem deuten die Ergebnisse an, dass ökologisch orientierte Baugemeinschaften eine große Bereitschaft für die Realisierung von innovativen Abwassersystemen haben.

Spielräume siedlungswasserwirtschaftlicher Akteure

Im Zentrum stehen Entscheidungs- und Handlungsspielräume der für den infrastrukturellen Umbau relevanten Akteure, neue Strategieoptionen kommunaler Unternehmen in der Siedlungswasserwirtschaft sowie Koordinationserfordernisse bei der Realisierung neuartiger Systemlösungen.

Eine Voraussetzung für den Einsatz neuartiger Systemlösungen ist das Aufbrechen von mental, organisatorisch oder auch institutionell vorhandenen Innovationsbarrieren. Gelingt dies, so ist zu erwarten, dass die siedlungswasserwirtschaftliche Infrastruktur künftig eine größere Vielfalt in Hinblick auf Technologien sowie beteiligte Akteure und deren Zusammenwirken erfährt.

Neue Betreiber von de- oder semizentralen Anlagen werden auftreten und für die bereits vorhandenen Betriebe und Unternehmen der Wasserwirtschaft ergeben sich neue Aufgaben und Abstimmungsbedarfe. In Hinblick auf die getrennte Erfassung von Stoffströmen sind neue Koordinationserfordernisse zu erwarten.

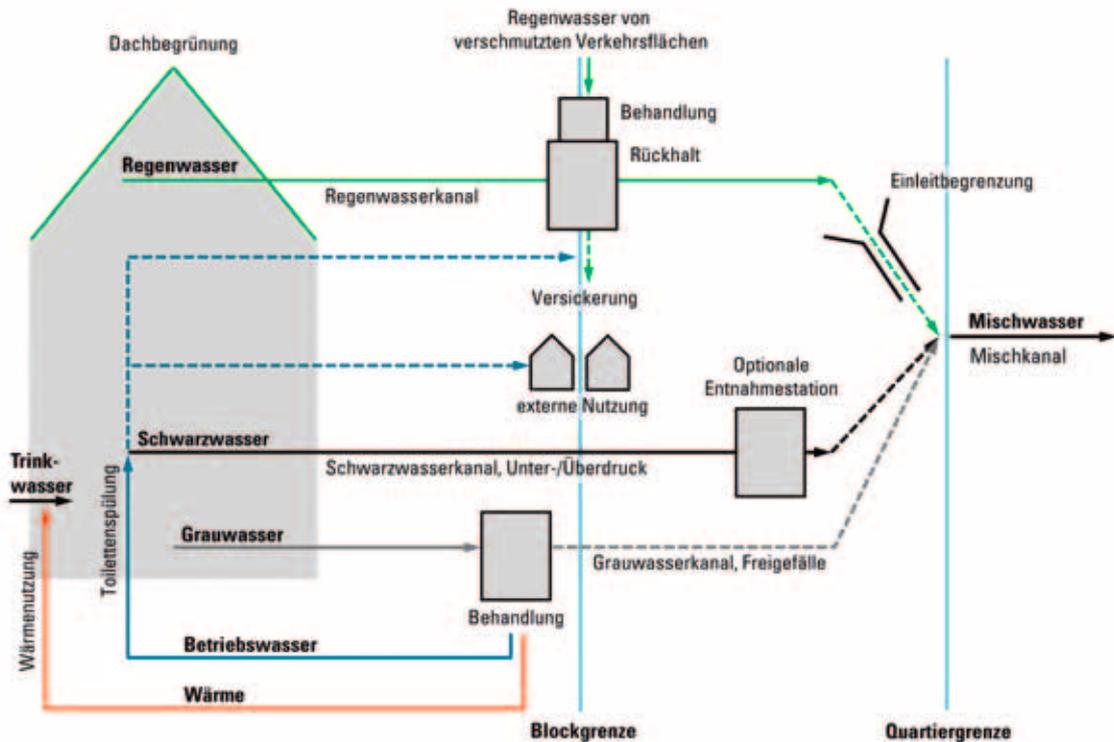


Abb. 1: Zu sehen ist hier eine der zwei innovativen Systemvarianten, die im Hamburger Modellgebiet Tucholskyquartier im Rahmen des Projekts untersucht werden. Grafik: ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

ten, so etwa an der Schnittstelle von öffentlichem Kanalnetz und Hausinstallation. Auch die Kooperationen zwischen den Sektoren der Abwasser-, Energie-, Abfall- und Wohnungswirtschaft gewinnen an Bedeutung. Strategieoptionen werden für die nächsten Jahre vor allem in Verbindung zur Energieeffizienz und hier insbesondere der Energienutzung aus dem Abwasser gesehen.

Zum Einsatz kommen dabei Technologien des Grauwasserrecyclings und der Wärmerückgewinnung aus unterschiedlichen häuslichen Abwasserströmen, die begleitend vom Verbund erforscht werden.

AUSBLICK

Als nächste Schritte werden für die Modellgebiete gemeinsam mit den Praxisakteuren die Eignung der Systemvarianten bewertet und Lösungsansätze zur Überwindung der identifizierten sozialen und institutionellen Barrieren entwickelt. Die Ergebnisse daraus werden, gemeinsam mit den Erfahrungen aus der Frankfurter Umsetzung und den Hamburger Machbarkeitsstudien, in Form von Handreichungen aufgearbeitet und Kommunen und Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellt.



Abb. 2: Der Baubeginn des Passivhauses wurde mit dem symbolischen Akt des Spatenstichs u.a. durch Engelbert Schramm (ISOE, links), dem Architekt Jo. Franzen (2. von links), Bürgermeister H. Cunitz (3. von links) und H. Junker (GF der ABG FRANKFURT HOLDING, 2. von rechts) begangen. Foto: ISOE

Spatenstich für das Bauprojekt in Frankfurt

Die praktische Umsetzung auf Blockebene im Frankfurter Stadtteil Bockenheim wurde mit dem Spatenstich am 16.7.2014 begonnen (s. Abb. 2). Hier baut die ABG FRANKFURT HOLDING ein Passivhaus mit 66 Mietwohnungen und einer Kindertagesstätte.

KONTAKT

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung
Hamburger Allee 45 | 60486 Frankfurt am Main

Dr.-Ing. Martina Winker
Tel.: +49 69 7076919 53
winker@isoe.de

www.networks-group.de

Projektlaufzeit: 05/2013 – 04/2016

Sektorübergreifende Prozessoptimierung in der Transformation kommunaler Infrastrukturen im ländlichen Raum

HINTERGRUND

In vielen ländlichen Regionen werden durch den Rückgang und die Überalterung der Bevölkerung der wirtschaftliche Betrieb und Erhalt bestehender Ver- und Entsorgungsstrukturen in Frage gestellt. Das Verbundprojekt SinOptiKom sucht nach individuellen Anpassungs- und Transformationsstrategien für Infrastrukturen im ländlichen Raum. Dazu entwickeln die Verbundpartner den Prototyp einer Software, die Kommunen und Entscheidungsträger bei der Umgestaltung der Systeme unterstützt, indem zukünftige, intelligente Systemstrukturen analysiert und entwickelt sowie optimierte Strategien zur planerischen, technischen sowie kommunal- und finanzpolitischen Umsetzung in ihrer konkreten zeitlichen Abfolge abgeleitet werden.

ZWISCHENERGEBNISSE

Die im Verbund entwickelte Struktur des Entscheidungs- und Optimierungssystems besteht aus drei Hauptkomponenten, an denen die Verbundpartner parallel arbeiten (s. Abb. 1): einem Pre-Processing-Tool, in dem Datenbanken, Szenario-Management und Entscheidungsebenen verknüpft werden, einem mathematischen Optimierungsmodell, das in das Gesamt-Entscheidungsmodell eingebettet ist, und einem sog. Auswertungs-Tool.

Als erster Schritt wurde eine Stakeholder-Analyse zur Bestimmung und Kategorisierung aller Anforderungen an das Software-gestützte Entscheidungssystem durchgeführt. Alle Personen oder Gruppen, die ein Interesse an dem zu entwickelnden Modell haben, werden als Stakeholder betrachtet.

Zentraler Bestandteil des Pre-Processing-Tools ist eine Wissens- und Bewertungsdatenbank, in der Siedlungs- und Infrastrukturdaten, Bewertungskriterien, aber auch innovative Systemlösungen und Anpassungsmaßnahmen mit ihren spezifischen Randbedingungen verwaltet werden. Die zielgerichtete Erhebung und Eingrenzung benötigter Daten und Informationen wurden auf Grundlage einer Stakeholder-Befragung vorgenommen und die Auswahl und Zusammenstellung möglicher Systemlösungen eng mit den Praxis- und kommunalen Partnern abgestimmt. Hierzu wurden auch bereits bestehende naturnahe oder innovative Lösungen besichtigt (s. Abb. 2).

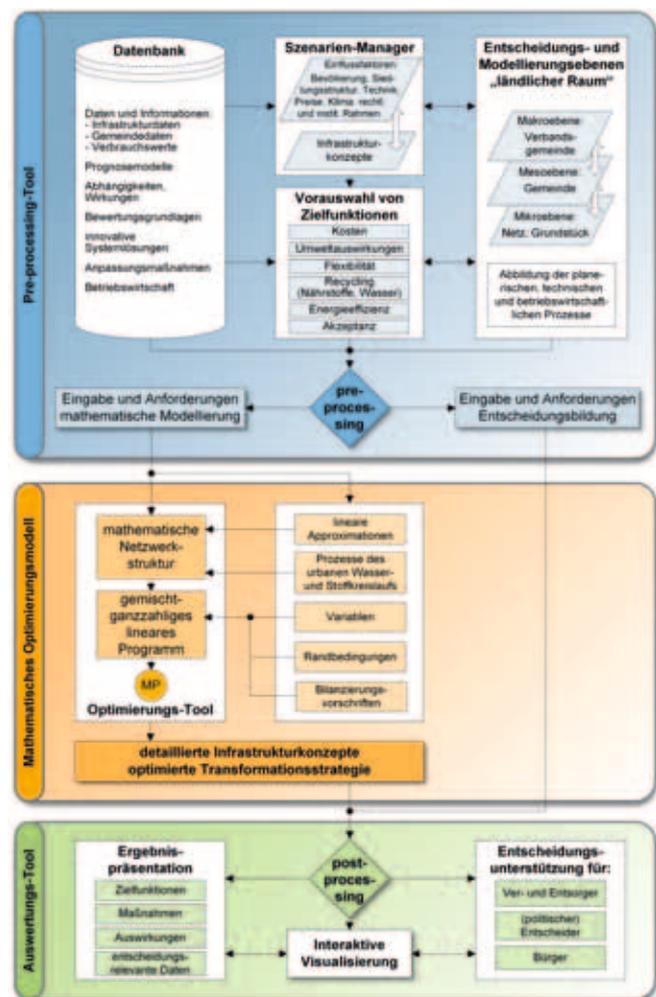


Abb. 1: Ablauf der Modellentwicklung und -anwendung in SinOptiKom. Grafik: TU Kaiserslautern

Der auf der Plattform PostgreSQL aufgebaute Datenbankservers kann Abhängigkeiten, Anforderungen und Verknüpfungen mit (DB-)Infrastruktur-Objekten modellieren und ist inzwischen zu einem Daten-Managementsystem für alle modellbezogenen Daten und Informationen gewachsen. Funktionalitäten wie die Generierung des Inputs für das mathematische Optimierungsmo-



Abb. 2: Besichtigung unterschiedlicher Anlagen (Pflanzenkläranlage St. Alban, Palaterra®-Anlage Hengstbacherhof) im Rahmen eines Projekttreffens im Juni 2014. Fotos: igr AG, Rockenhausen

dell oder die Verknüpfung zum Szenarien-Manager sind bereits implementiert und getestet.

Um zukünftige Entwicklungen im Modellierungs- und Entscheidungsprozess zu berücksichtigen, werden im Szenarien-Manager zeitliche Veränderungen unterschiedlicher Entwicklungsfaktoren bzw. Treiber zu einem Betrachtungsszenario zusammengestellt. Für jeden Treiber (z.B. Demografie, Preise, Wasser- und Energieverbrauch, rechtlicher Rahmen) werden die möglichen Entwicklungen mit verschiedenen methodischen Ansätzen und Techniken generiert.

Zur Ermittlung optimierter Transformationsstrategien von Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen und der Energiebereitstellung ist ein mathematisches Modell basierend auf ganzzahliger linearer Optimierung entwickelt worden. Als Flüsse im mathematischen Netzwerk werden z.B. die verschiedenen Trinkwasser- und Abflusskomponenten mit ihren Inhaltsstoffen betrachtet. Unter Berücksichtigung der Zielfunktionen werden Anpassungsmaßnahmen und Transformationsstrategien berechnet. Zielfunktionen sind Kosten, ökologische Auswirkungen, Flexibilität, Wasser- und Nährstoffrecycling, Energieeffizienz sowie Akzeptanz. Bisher ist der Teilbereich der Siedlungsentwässerung mit ihren funktionalen Zusammenhängen im mathematischen Modell implementiert. Das Modell stellt den räumlichen und zeitlichen Ablauf der Transformation auf verschiedenen Entscheidungs- und Modellierungsebenen dar.

Das Auswertungs-Tool übernimmt eine Brückenfunktion für das Gesamtmodell und stellt allen Stakeholdern interaktive Möglichkeiten der Visualisierung zur Verfügung. Für jede Stakeholder-Gruppe ist die Präsentation der Ergebnisse des Optimierungsprozesses in einem angepassten Detaillierungsgrad vorgesehen. Das Konzept ist auf ein attraktives, skalierbares und an die Nutzeranforderungen angepasstes Design fokussiert. Um die Zusammenarbeit zu unterstützen und eine maximale Flexibilität sicherzustellen, insbesondere für die Entscheidungsträger, soll das Tool für große Multitouch-Displays sowie für gängige mobile Geräte wie Smartphones und Tablets verfügbar sein. Hierzu wurde ein



geografisches Informationssystem (GIS) integriert, welches auf der Open Source NASA Wind Java SDK Struktur basiert.

AUSBLICK

Im Bereich der Prozessmodellierung werden derzeit vereinfachte Stoffflussmodelle für alle betrachteten Ver- und Entsorgungsanlagen und Infrastrukturkomponenten erarbeitet. Hierzu werden Transferkoeffizienten für die betrachteten Flüsse des mathematischen Modells zusammengestellt und in der Datenbank abgelegt. Bei der Szenarienentwicklung soll eine Cross-Impact-Analyse, welche Bevölkerungsvorhersagen, Einflussfaktoren auf die Siedlungsentwicklung und eine Expertenbefragung umfasst, zur Ermittlung von konsistenten Szenarien der Siedlungsentwicklung zum Einsatz kommen. Hierzu läuft derzeit die erste Expertenbefragung zur Abschätzung wahrscheinlicher Siedlungs- und wirtschaftsstruktureller Entwicklungen in den beiden beteiligten Verbandsgemeinden. Entwickelte Visualisierungsansätze für detaillierte Ergebnisdarstellungen oder chronologische Kartenansichten werden derzeit im Hinblick auf die Stakeholder-Befragung verfeinert und eine sogenannte Use-Case-Analyse durchgeführt. Der nächste große Meilenstein wird die Fertigstellung des Modellansatzes Mitte 2015 sein.

KONTAKT

TU Kaiserslautern
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
Paul-Ehrlich-Straße 14 | 67663 Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. T. G. Schmitt
Tel.: +49 631 205-2946
theo.schmitt@bauing.uni-kl.de

www.sinoptikom.de

Projektlaufzeit: 05/2013 – 04/2016



Transitionswege Wasserinfrastruktursysteme

Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum

HINTERGRUND

Die Anpassung städtischer und ländlicher Wasserinfrastruktursysteme an kommende Herausforderungen ist unvermeidbar. Am Ende des Transitionsweges stehen nachhaltige Infrastrukturen mit einer höheren Flexibilität und optimiertem Wasser-, Energie- und Ressourcenverbrauch. Im Rahmen des Forschungsverbundprojekts TWIST++ werden deshalb von einem großen Projektverbund neue Konzepte und dafür notwendige technische Teilkomponenten, ein Planungsunterstützungs- und Datenhaltungssystem sowie ein Serious Game einschließlich der dafür notwendigen methodischen Grundlagen zur umfassenden Bewertung der Systeme entwickelt. Die Planungstools berücksichtigen innovative und integrierte Infrastrukturkonzepte bei Umbau- und Erneuerungsplanungen. Als zusätzliches Tool wird das Serious Game als intuitiven Zugang zum Kennenlernen und Verstehen innovativer und integrierter Infrastrukturkonzepte bieten. Die erarbeiteten Konzepte werden anhand konkreter Planungsvarianten für drei Modellgebiete verifiziert. Dazu gehören auch die Identifizierung von Treibern und Hemmnissen für die Umsetzung der Konzepte, die Analyse der erforderlichen institutionellen Rahmenbedingungen und die Prüfung der Übertragbarkeit der Projektergebnisse.

ZWISCHENERGEBNISSE

Abb. 3 zeigt verschiedene Komponenten einer zukünftigen Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur. Dazu gehören z.B. nachrüstbare Unterdruckentwässerungssysteme auf Haushalts- oder Einzugsgebietsgröße, Fit-for-purpose-Aufbereitung verschiedener Rohwässer mittels Membrantechnik, die Grauwasserbehandlung mit Wärmerückgewinnung auf Haushaltsebene, die anaerobe Schwarzwasserbehandlung und Nährstoffrückgewinnung aus Schwarzwasser und Urin sowie aus geeigneten Gewerbe- und Industrieabwässern, inklusive der jeweils nötigen Vor- und Mitbehandlungstechnik, sowie Lösungen für alternative Löschwasserbereitstellung und die hydraulische Anpassung der Trinkwassernetze bei deutlich geringerem Trinkwasserbedarf. Alle hierzu notwendigen technischen Neu- und Weiterentwicklungen befinden sich gegenwärtig in der labor- oder halbtechnischen Erprobungsphase.

Die wesentlichen, in ihrem Zusammenspiel in Abb. 1 dargestellten Software-Produkte sind die zentrale Datenhaltungsplattform TWIST-FluGGS, das Planungsunterstützungssystem (PUS) und

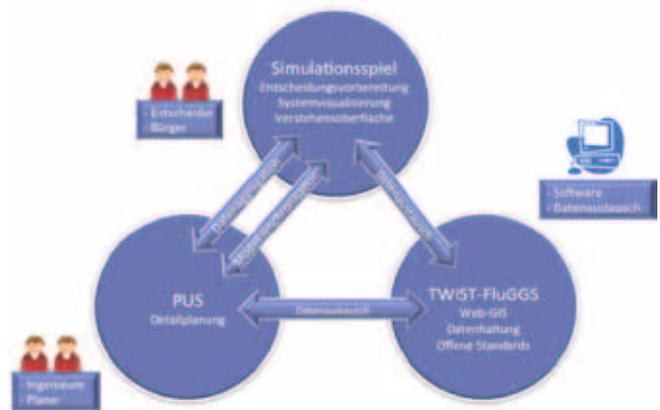


Abb. 1: Zusammenspiel der verschiedenen Software-Produkte in TWIST++. Grafik: Projekteigene Darstellung



Abb. 2: Zielsystem des Bewertungsverfahrens zur multikriteriellen Bewertung. Grafik: Projekteigene Darstellung

das Simulationsspiel. Auf TWIST-FluGGS wurden für jedes der drei Modellgebiete die erhobenen Daten integriert. Eine erste Version des PUS wurde bereitgestellt und die technische Integration der beiden Basis-Softwarepakete sowie die Möglichkeit des Datenaustauschs mit dem TWIST-FluGGS wurden validiert. Zusätzlich wurden innovative technische Elemente (bspw. Grauwasserfilter, Stoffstrom-parametrisierbares Leitungsnetz) eingebaut. Die initiale Version des Simulationsspiels wurde gleichfalls entwickelt. Erste grundsätzliche Auswahlmöglichkeiten von innovativen Technologien für den Spieler sind integriert. Die Evaluierung des Spiels wurde gestartet.

In einem eigenen Arbeitspaket wird ein multikriterielles Bewertungsverfahren entwickelt und angewendet, um die Dimensionen der Nachhaltigkeit und übergeordneter Bewertungsaspekte umfassend abzubilden. Dabei ist die konkrete Anwendung des Verfahrens auf die in TWIST++ entwickelten Infrastrukturkonzepte innerhalb der drei Modellgebiete geplant. Aufbauend auf einer strukturierten Defizitanalyse für bestehende ein- und

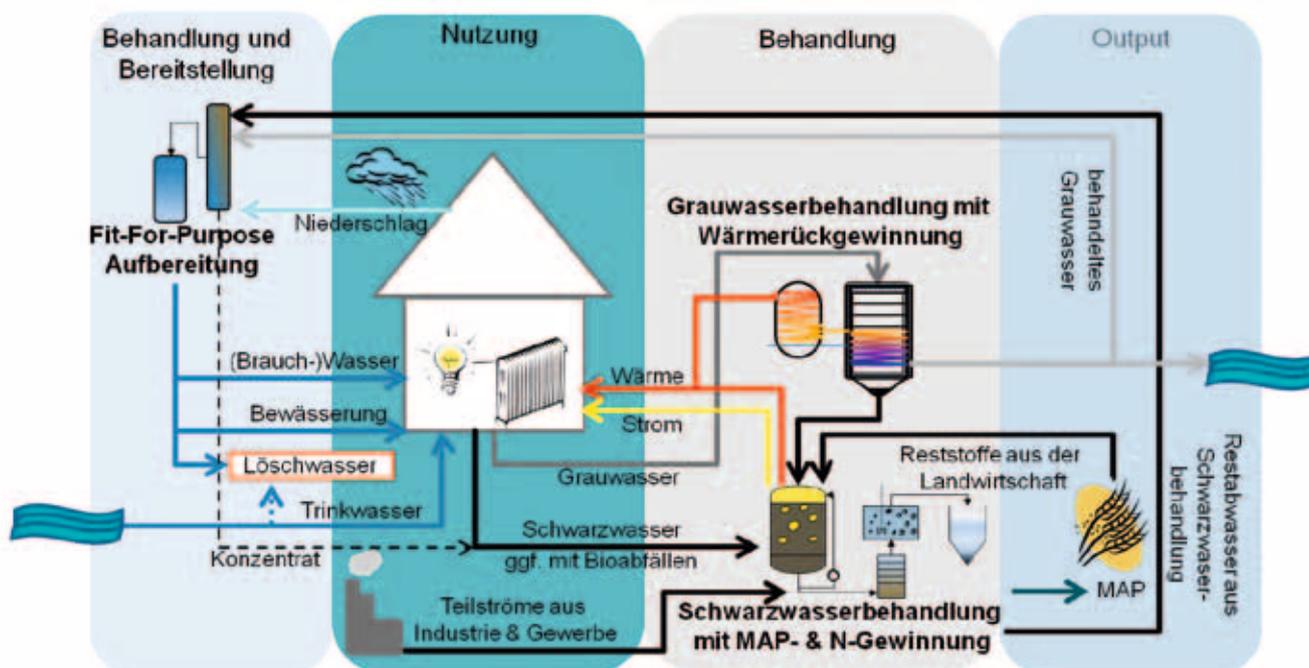


Abb. 3: Zusammenwirken von Wasserversorgung, Grauwasserbehandlung/-recycling, Schwarzwasserbehandlung, Nährstoffrückgewinnung, Fit-for-purpose-Aufbereitung sowie Industrie-/Gewerbeabwasserbehandlung in einem optimierten und integrierten Gesamtkonzept zur Wasserver- und -entsorgung. Grafik: Projekteigene Darstellung

mehrdimensionale Bewertungsverfahren und unter Berücksichtigung der Besonderheiten langlebiger Wasserinfrastruktursysteme wurde, wie in Abb. 2 dargestellt, ein Zielsystem mit fünf übergeordneten Zielsetzungen entwickelt.

In Anlehnung an die „Kriterienliste zur Bewertung von Sanitärsystemen“ des Arbeitsblattes DWA-A 272 wurden für diese Zielsetzung Bewertungskriterien ermittelt, auf Unabhängigkeit, Indifferenz und Kongruenz geprüft und anhand einer Prüfung auf Relevanz auf 22 Kriterien reduziert. Zu diesen Kriterien wurden Indikatoren gesammelt, für die derzeit Transformationskurven und Performancekennwerte ermittelt bzw. festgelegt werden.

Für die drei TWIST++-Modellgebiete Lünen in Nordrhein-Westfalen (städtischer Raum mit Gewerbe und Industrie, 87.000 Einwohner, mit kontinuierlichem Bevölkerungsrückgang und sinkendem Trinkwasserbedarf), Wohlsborn-Rohrbach in Thüringen (zwei Dörfer im ländlichen Raum mit überwiegend sanierungsbedürftigen Teilortskanälen mit 500 bzw. 200 Einwohnern) und die ehemalige Zeche Lippe-Westerholt in Nordrhein-Westfalen (Erschließungs- und Konversionsfläche von 32 ha) wurden die sehr unterschiedlichen Ausgangs- und Randbedingungen sowie mögliche künftige Entwicklungen erfasst. Für jedes Modellgebiet wurden unterschiedliche Wasserinfrastrukturkonzepte und mögliche Transitionswege beginnend beim jeweiligen Ausgangszustand entwickelt. Diese befinden sich gegenwärtig in der Abstimmung und Diskussion mit örtlichen Entscheidungsträgern und

werden in Abhängigkeit von den Ergebnissen der technischen F&E-Arbeiten konkretisiert und angepasst.

AUSBLICK

Entsprechend der Arbeitsplanung stehen neben der Fortführung der Forschungsarbeiten für die verschiedenen TWIST++-Einzelkomponenten (Einzeltechnik- und Software-Entwicklungen, Bewertungsmethodik und konzeptionelle Arbeiten) vor allem der intensive Austausch und die Zusammenführung der Ergebnisse aus den verschiedenen Arbeitspaketen an. Diese Arbeiten konkretisieren sich am Beispiel der drei Modellgebiete.

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe

Dr.-Ing. Thomas Hillenbrand

Tel.: +49 721 6809-119

thomas.hillenbrand@isi.fraunhofer.de

www.twistplusplus.de

Projektlaufzeit: 06/2013 – 05/2016

Inline-Monitoring wasserbürtiger Pathogene

Entwicklung und Implementierung eines Anreicherungs- und Detektionssystems für das Inline-Monitoring von wasserbürtigen Pathogenen in Trink- und Rohwasser

HINTERGRUND

Die Bereitstellung gesundheitlich unbedenklichen, hygienisch einwandfreien Trinkwassers ist eine wesentliche Errungenschaft weit entwickelter Staaten. Bislang fehlen aber zuverlässige, stationär und mobil einsetzbare Schnelldetektions- und -warnsysteme für mikrobiologische Wasserverunreinigungen. Der heute gängige Nachweis bakterieller Indikatorkeime durch Erregeranzucht im Labor ist für eine zeitnahe Alarmierung einer Kontamination mit Krankheitserregern (Bakterien, Viren und Parasiten) nicht geeignet. Ein kontinuierliches Monitoring würde zudem dynamische Kontaminationsprozesse in Leitungssystemen besser abbilden.

An dieser Stelle setzt EDIT mit der Entwicklung, Erprobung und vorbereitenden Implementierung eines kontinuierlichen Aufkonzentrierungssystems mit integrierter molekularbiologischer Multianalytdetektion für wasserbürtige Pathogene und Indikatororganismen (s. Tab. 1) an. Ziel ist ein automatisiertes Gesamtsystem, das den Erfordernissen der Wasserversorger entspricht.

Tab. 1: Liste der Erreger, die im Rahmen von EDIT nachgewiesen werden sollen

Bakterien	Viren	Phagen
- Escherichia coli	- Norovirus GGI-II	- MS2
- Enterococcus faecalis	- Adenovirus 40,41,52	- PhiX174
- Pseudomonas aeruginosa	- Enteroviren	
- Campylobacter jejuni		
- Klebsiella pneumoniae und Klebsiella oxytoca		

ZWISCHENERGEBNISSE

Das Projekt EDIT entwickelt ein Hygiene-Online-Monitoring (HOLM), das sich modular aus verschiedenen Teilsystemen zusammensetzt. Auf die Probenahme folgen drei Ankonzentrations-schritte, eine weitere Probenaufbereitung, die eigentliche Detektion und schließlich die Ergebnisbereitstellung.

Die erste Stufe stellt die Crossflow-Ultrafiltration (CUF) dar, über die Volumina von mehreren hundert bis tausend Litern auf ca. 20 l ankonzentriert werden. Die zweite Ankonzentrationsstufe



Abb. 1: Inbetriebnahme der kontinuierlichen Crossflow-Ultrafiltration. Foto: Daniel Karthe

unterscheidet sich je nach Trübung der Probe. Für Rohwasser wird eine monolithische Affinitätsfiltration (MAF) eingesetzt, welche die Trübung weitgehend beseitigt und die 20 l-Probe auf 20 ml ankonzentriert. Für Trinkwasser, das praktisch keine Trübung aufweist, kommt der bereits existierende Munich Microorganism-Concentrator (MMC3) zum Einsatz, der eine Ultrafiltration mit einer monolithischen Affinitätsfiltration verbindet und Endvolumina von ca. 1 ml erreicht. Die dritte Ankonzentrationsstufe bildet ein automatisiertes Lab-on-Chip-System (s. Abb. 3 und 4), das mittels einer Freifluss-Elektrophorese Erreger aus der Flüssigkeit extrahiert und an einer Hydrogelfront so ankonzentriert, dass das Volumen auf ca. 10 µl reduziert werden kann. Im selben Mikrochip erfolgt anschließend eine Extraktion und Aufreinigung der Nukleinsäuren. Anschließend werden die Extrakte an die automatisierte Mikroarray-Analyseplattform (MCR3) übergeben, wo nach einer Amplifikation die Identifizierung der RNA/DNA-Extrakte erfolgt. Da nur von lebenden Organismen ein Infektionsrisiko ausgeht, wird zusätzlich eine Lebend-Tot-Unterscheidung implementiert.

Über eine eigens entwickelte Smartphone- und Tablet-taugliche App werden Informationen zur Probe, Probenahme sowie eine Vielzahl von Betriebsparametern erfasst. Diese Daten sollen nicht nur eine umfassende Dokumentation ermöglichen, sondern im



Abb. 2: Pilotanlage zur kontinuierlichen Crossflow-Ultrafiltration im Berliner Wasserwerk Friedrichshagen. Foto: Daniel Karthe

Falle einer Fehlbedienung oder eines Defektes die Fehlersuche erleichtern.

Die CUF-Anlage für die erste Ankonzentrierung von Roh- und Trinkwasser wurde im ersten Projektabschnitt komplett aufgebaut und im Sommer 2014 bei den Berliner Wasserbetrieben im Probetrieb getestet (s. Abb. 1 und 2), um schnellstmöglich die Erfordernisse der Wasserbetriebe in die Fertigstellung des Endgerätes einfließen lassen zu können. Eine erste Erprobung der übrigen Teilsysteme erfolgte im Rahmen von Funktionstests im Labor.

AUSBLICK

Bislang wurden in EDIT die Systemkomponenten eines HOLM entwickelt. Ziel ist es, den Workflow durch Schnittstellen zwischen den Teilsystemen so weit wie möglich zu automatisieren. Dies bedingt vorab umfassende Funktionsprüfungen und zum Teil auch Anpassungen der Systemkomponenten. Schließlich sollen unter praxisnahen Bedingungen Funktionstests des Gesamtsystems durchgeführt werden. Hierzu sind neben einem versorgerseitigen Routineeinsatz auch kontrollierte Versuche auf einer speziellen Teststrecke der Berliner Wasserbetriebe vorgesehen.

Perspektivisch besteht für ein HOLM sowohl in Deutschland wie auch international ein erheblicher Bedarf, da Umweltveränderungen, soziodemografische Trends und ein vermehrtes Auftreten hochresistenter Krankheitserreger neue Herausforderungen für die Wasserhygiene darstellen. Daher wird die Systementwicklung durch Begleitforschung zu den Auswirkungen des Klimawandels sowie des demografischen Wandels auf die Wasserhygiene in Deutschland zur besseren Einschätzung der Einflüsse/Gefährdung ergänzt. Hierzu sollen im Projektverlauf Kurzexperten fertiggestellt werden.

So soll das EDIT-Projekt Wasserversorger in die Lage versetzen, frühzeitig geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene zu treffen, um auch zukünftig Trinkwasser von höchster Qualität an den Verbraucher liefern zu können.



Abb. 3: Mikrochip des Lab-on-chip-System. Foto: Gregory Dame

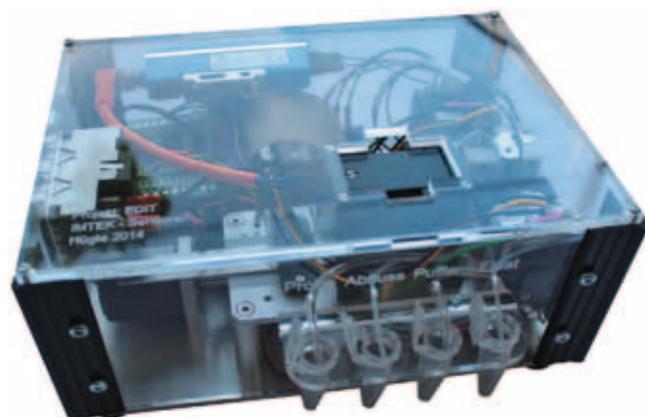


Abb. 4: Automatisiertes Lab-on-chip-Gesamtsystem. Foto: Matthias Hügler

KONTAKT

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
Department Aquatische Ökosystemanalyse und Management
Brückstraße 3a | 39114 Magdeburg

Dr. Daniel Karthe
Tel.: +49 391 810 9104
daniel.karthe@ufz.de

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)
Georges-Köhler-Allee 103 | 79110 Freiburg

Dr. Gregory Dame
Tel.: +49 761 203 7267
dame@imtek.de

www.ufz.de/index.php?de=32485

Projektlaufzeit: 06/2013 – 05/2016



Nachhaltige Anpassungsstrategien

Entwicklung nachhaltiger Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft unter den Bedingungen des klimatischen und demografischen Wandels

HINTERGRUND

Das Forschungsvorhaben NAWAK verfolgt das Ziel, die Auswirkungen des klimatischen und demografischen Wandels auf die Wasserwirtschaft in ausgewählten Regionen zu untersuchen. Im Mittelpunkt stehen die zukünftigen Implikationen für das Wasserdargebot und für die Wassernachfrage. Darauf aufbauend sollen mögliche Anpassungsstrategien für die Wasserwirtschaft und deren Infrastrukturen entwickelt werden.

Modellregion Sandelermöns: Einer unter anderem durch den Klimawandel fortschreitenden Meerwasserintrusion in den Grundwasserkörper des Wasserwerkes Sandelermöns des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) könnte mit Minderung der Förderleistungen, Verlegung der Betriebsanlagen oder durch künstliche Grundwasseranreicherung begegnet werden.

Modellregion Heidewasser: Die Modellregion umfasst das Versorgungsgebiet der Heidewasser GmbH in Sachsen-Anhalt. Diese Region wird bereits heute durch den demografischen Wandel geprägt. Der Bevölkerungsrückgang und die damit einhergehende Reduzierung der Trinkwasserabnahmemenge stellen den Wasserversorger vor die Aufgabe, langfristig neue Infrastrukturmodelle und Versorgungskonzepte zu entwickeln.

Modellregion Elbe-Weser-Dreieck: Im Elbe-Weser-Dreieck werden am Beispiel der Versorger Stader Land (TWV Stader Land) und Land Hadeln (WV Land Hadeln) mögliche Auswirkungen der geplanten Elbvertiefung auf den Grundwasserkörper untersucht.

Die Wasserwirtschaft sieht sich in der Zukunft Herausforderungen gegenüber, die sich durch hoch komplexe Strukturen und Dynamiken mit sehr differenzierten Zeitskalen auszeichnen. Transdisziplinäre Lösungsansätze müssen hierzu praxisorientierte Lösungsansätze liefern.

ZWISCHENERGEBNISSE

Die im Rahmen von NAWAK erarbeiteten Ergebnisse werden zurzeit in einem Planungsinstrumentarium zusammengeführt.

Es bildet dabei den Analyserahmen, um

- » die zu erwartenden Auswirkungen in Szenarien zu beschreiben,
- » die Ergebnisse, angewandten Analyse- und Simulationmethoden sowie disziplinären Zugänge (Modellierungen, Auswertung historischer Daten, ökonomische Analysen, Szenarien, Experteninterviews, Ergebnisse von Beteiligungsverfahren etc.) aufzubereiten und zu visualisieren und diese
- » in eine Bewertung zusammenzuführen,
- » um daraus anschließend Optionen für Anpassungsstrategien und neue Infrastrukturstrategien abzuleiten (Abb. 1).

Ziel des Planungsinstrumentariums ist die Abstimmung der sektoriellen Entwicklung unter Beachtung des Systemcharakters der hydrologischen Verhältnisse und der anthropogenen Nutzungs- und Anforderungsprofile:

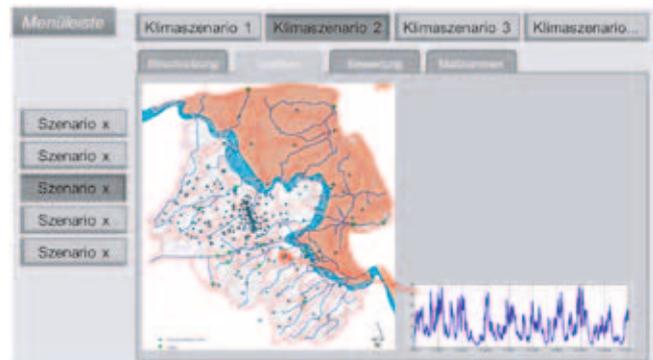


Abb. 1: Oberfläche des Prototyps des entwickelten Planungsinstrumentariums (im Entwicklungsstadium). Beispiel: Darstellung der Süß-/Salzwassergrenze in der Modellregion Sandelermöns. Grafik: TU Braunschweig

Wasserdargebot

Nutzungsorientierte Ausweisung des verfügbaren Wasserdargebots im jeweiligen Skalenbereich der Planung und Zwei-Wege-Kopplung der Abhängigkeit der Nutzungen von den hydrologischen Verhältnissen und der Änderung dieser Verhältnisse durch die Wassernutzung. Insbesondere mit der Prognostik der mittel- und langfristigen Lageveränderung der Salzwassergrenze auf regionalem Maßstab wird modelltechnisches Neuland betreten (Abb. 2).

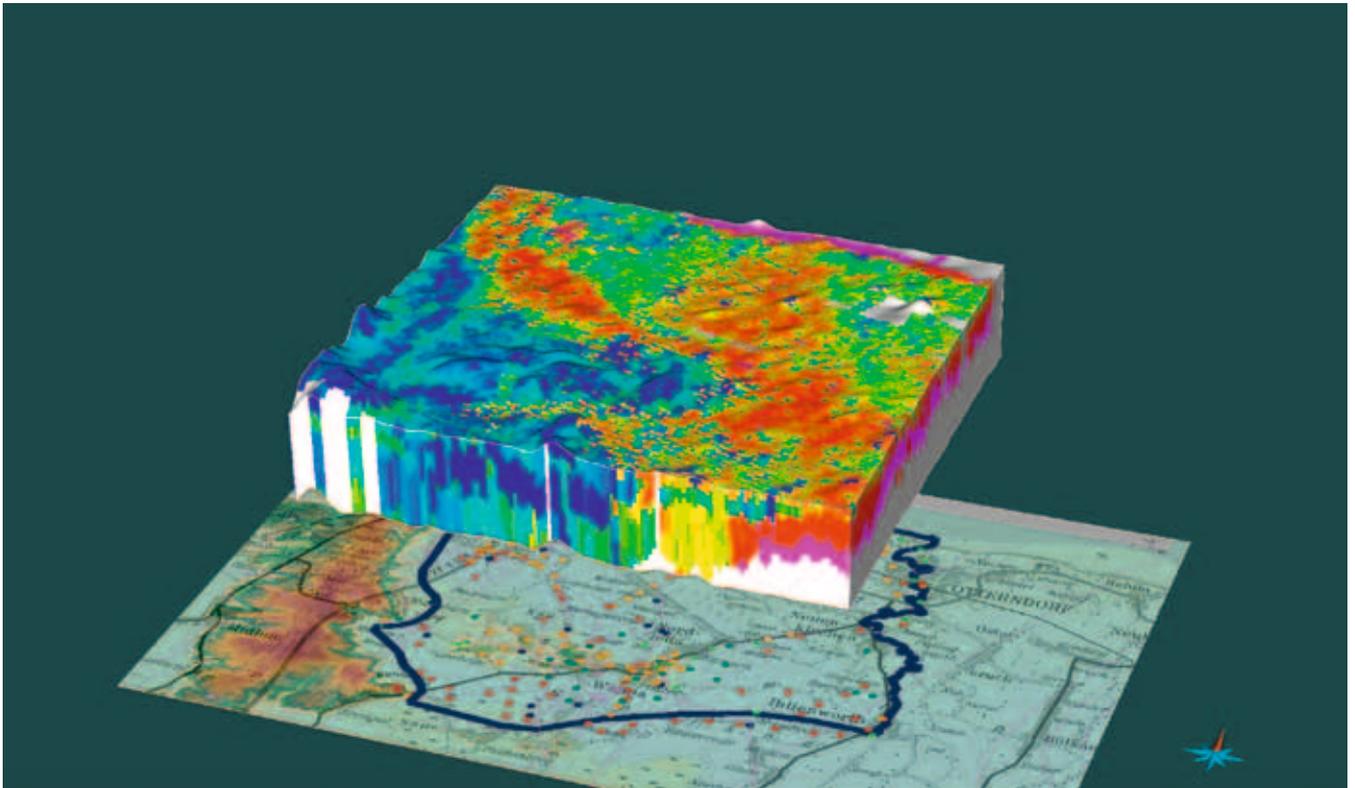


Abb. 2: Interpretation der Lage der versalzten Grundwässer aus geophysikalischen Untersuchungen in der Modellregion Elbe-Weser-Dreieck zur Identifikation von Anfangs- und Randbedingungen. Grafik: Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik

Wassernachfrage

Bei der Abschätzung des regionalen Wasserbedarfs kann man zukünftig nicht mehr den eher klassischen Weg über die Annahme spezifischer Pro-Kopf-Wasserverbräuche und die Prognose der Entwicklung der Bevölkerungszahlen beschreiten. Der Wasserbedarf wird stattdessen aus in einem partizipativen Prozess erarbeiteten Szenarien über die sozioökonomische Entwicklung der Region abgeleitet. Dabei spielen allgemeine regionalwirtschaftliche Wachstumstrends, die demografische Entwicklung, sektorspezifische Trends, Nutzungskonkurrenzen zwischen öffentlicher Wasserversorgung, Industrie, Landwirtschaft, aber auch der Wasserbedarf zur Sicherung der Ökosystemdienstleistungen eine Rolle.

Das Planungsinstrumentarium befindet sich derzeit im Aufbau, einzelne Modellkomponenten der Oberflächenhydrologie, der dichtegetriebenen Grundwasserströmung, der Berechnung der Verweilzeiten im Rohrnetz und Konzepte zur sektoriellen Entwicklung der untersuchten Regionen werden derzeit implementiert.

AUSBLICK

In der zweiten Hälfte des Vorhabens werden auf Grundlage der Simulationsergebnisse ausgewählter Szenarien regionalspezi-

fische Problemlagen und entsprechende Handlungsstrategien bewertend aufgezeigt. In einem weiteren Schritt soll das Planungsinstrumentarium in ein vermarktungsfähiges Werkzeug überführt werden.

KONTAKT

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Theodor-Heuss-Straße 4 | 38122 Braunschweig

Dr. Jens Wolf
Tel.: +49 531 8012-228
jens.wolf@grs.de

www.oowv.de/wissen/wasserschutz/projekte/informationen-zum-projekt-nawak/

Projektlaufzeit: 07/2013 – 06/2016

Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme

HINTERGRUND

Im Bereich des Abwasser- und Regenwassermanagements in urbanen Räumen sind Konzepte gefragt, die zum einen die Entsorgungssicherheit gewährleisten, aber auch einen Beitrag zur Lösung der mit der urbanen Hydrologie eng verknüpften Umweltprobleme leisten. Die Entwicklung von Maßnahmenstrategien zur Anpassung der entsprechenden Infrastruktur der Städte an die Folgen des Klimawandels und andere zukünftige Veränderungen ist bereits in vollem Gange. Zur Umsetzung und Operationalisierung der Strategien fehlen jedoch noch weitergehende Untersuchungen zur Wirksamkeit und Optimierung der konkreten Maßnahmen sowie deren Anpassung an den institutionellen Rahmen. Diese Maßnahmen betreffen die Entwässerungsplanung ebenso wie die verbindliche Gebäude-, Raum- und Umweltplanung sowie die Schaffung von Anreizsystemen.

Die integrierte Beschreibung der Effekte von Handlungsoptionen und konkreten Maßnahmen auf urbane Abwasser- und Regenwassersysteme wird im Projekt KURAS umfassend und skalenübergreifend behandelt. Ziel ist die Erarbeitung und modellhafte Demonstration von Konzepten eines nachhaltigen Umgangs mit Abwasser und Regenwasser.

ZWISCHENERGEBNISSE

Maßnahmen der Regenwasser- und Abwasserbewirtschaftung wurden in einem Katalog zusammengestellt und in Form von Steckbriefen für die Arbeit im Projekt definiert (z.B. Funktionsweise, gesetzliche Vorgaben, Kenndaten, Umsetzungsbeispiele etc.). Die Effekte der Maßnahmen auf Umwelt (z.B. Gewässer oder Biodiversität), Bewohner (z.B. Freiraumqualität, Stadtklima, Geruchsbelastung oder Überflutungsrisiko) und Wirtschaftlichkeit (z.B. Kosten oder Betriebssicherheit) werden zurzeit aufgrund von existierenden Daten und neuen Erhebungen bewertet. Die Ergebnisse werden in einer gemeinsamen Datenbank (s. Abb. 1) gesammelt (bisher > 1.000 Einträge, s. Abb. 1), die nach Projektende allgemein zur Verfügung stehen wird.

Wichtiges Ziel ist die Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen einer modellhaften Planung von Regenwasser- und Abwasserbewirtschaftung in konkreten Stadtgebieten Berlins. Dabei sind die ausgewählten Modellgebiete repräsentativ für urbane Standorte, was eine Übertragung der Forschungsergebnisse auf andere Städte ermöglicht.

Basierend auf verschiedenen Kriterien (z.B. aktuelle Probleme und Entwässerungssystem) wurde für den Forschungsschwerpunkt Abwassersystem der Berliner Stadtteil Wilmersdorf (31 km², ~260.000 Einwohner, ~40.000 m³ Trockenwetterabfluss) als Modellgebiet ausgewählt (s. Abb. 2). Der Bezirk wird sowohl über eine Trennkanalisation als auch über eine Mischkanalisation entwässert, wodurch Maßnahmen in beiden Kanalsystemen getestet werden können.

Für den Forschungsschwerpunkt Regenwasserbewirtschaftung wurden zwei Stadtquartiere einer Größe von jeweils ca. 1 km² festgelegt, wobei eines im Misch- und eines im Trennkanalsystem entwässert wird. Um eine direkte Synergie zwischen den beiden Forschungsschwerpunkten zu erreichen, wurde ein Stadtquartier innerhalb des betrachteten Abwassermodellgebietes platziert.

Die Effektivität der untersuchten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen wird über verschiedene Plattformen untersucht und dargestellt, sowohl experimentell als auch über hydraulische Modelle im Simulationsprogramm Infoworks. Als Rahmenbedingungen für die Modellierung werden verschiedene Klimaszenarien basierend auf den Projektionen des IPCC für das Jahr 2050 zugrunde gelegt. Darüber hinaus werden Prognosen des Berliner Senats für Bevölkerungsentwicklungen im Einzugsgebiet und unterschiedliche Wassergebrauchsszenarien ebenfalls für den Zeithorizont bis 2050 herangezogen. Daraus werden im hydraulischen Modell ein Basisszenario sowie Entwicklungsszenarien für



Abb. 1: Eingabemaske der serverbasierten Projektdatenbank zur Erfassung der Maßnahmenbewertung durch die Partner. Grafik: Kompetenzzentrum Wasser Berlin

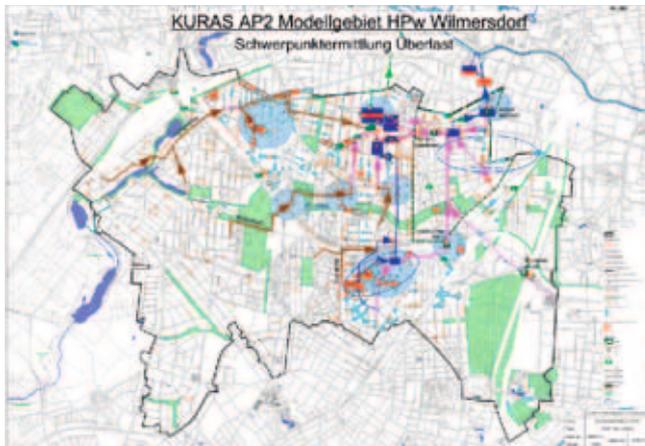


Abb. 2: Modellgebiet Wilmersdorf des Forschungsschwerpunktes Abwasser mit den ermittelten Überlastschwerpunkten im Gebiet.
Grafik: Berliner Wasserbetriebe

Überlast und Unterlast erstellt. Die Wirksamkeit von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen kann über Simulation als Veränderung gegenüber dem Basisszenario dargestellt werden.

Die vorgeschlagenen Maßnahmenkombinationen und Handlungsoptionen in den Modellgebieten sollen einerseits auf den im Projekt entwickelten Bewertungs- und Modellansätzen basieren. Andererseits wird aber auch eine Beteiligung wichtiger Akteure angestrebt. Das Land Berlin, die Berliner Wasserbetriebe, die Bezirksverwaltungen, die für die Modellgebiete zuständig sind, sowie weitere wichtige Akteure konnten bereits für eine Mitarbeit gewonnen werden.

Basis aller Arbeiten ist die Vernetzung mit Experten und Akteuren in Berlin, Deutschland und international. Entsprechend wurde KURAS im Rahmen einer Ausstellung des Landes Berlin, bei Veranstaltungen wie der Berliner Wasserwerkstatt oder den DWA Inspektions- und Sanierungstagen sowie bei mehreren nationalen und internationalen Fachkonferenzen präsentiert (s. Abb. 3).

AUSBLICK

Die begonnenen Arbeiten der Maßnahmenbewertung werden weitergeführt; insbesondere sollen die im Projekt gestarteten Messprogramme (z.B. zu Ablagerungen im Kanal oder Effekten von Gebäudebegrünung) und weiterführenden Studien (z.B. Erfassung von Ressourcenverbrauch oder ökonomische Wirkungsrichtungen) ausgewertet werden.

Für die Ermittlung der Ziele in den Gebieten soll im Frühjahr 2015 ein erster Stakeholder-Workshop durchgeführt werden. Aus den Zielen und den wissenschaftlichen Erkenntnissen werden Maßnahmenkombinationen entwickelt und durch die aufgebauten Modelle für alle Effekte bewertet.



Abb. 3: Das KURAS-Modell. Anhand der dargestellten urbanen Abwasserinfrastruktur können die unterschiedlichen Elemente des Projektes erläutert werden. Foto: TU Berlin

Am Ende des Projektes sollen aus dieser Bewertung Empfehlungen entwickelt werden, wiederum unter Einbezug wichtiger Akteure. Diese Empfehlungen umfassen im Rahmen des Projekts weiterentwickelte Softwaretools und Arbeitshilfen sowie Vorschläge zur Gebäude- und Quartierzertifizierung für Wasser, die Planungs- und Architekturbüros eine konkrete Umsetzung der erarbeiteten Ergebnisse ermöglichen sollen. Zudem sollen übergeordnete Planungsinstrumente für die urbane Abwasser- und Regenwasserbewirtschaftung entwickelt werden.

KONTAKT

Kontakt Abwassersystem:

TU Berlin, Fachgebiet Fluidsystemdynamik, Sekr. K2
Straße des 17. Juni 135 | 10623 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Paul Uwe Thamsen
Tel.: +49 30 314 25262
paul-uwe.thamsen@tu-berlin.de

Kontakt Regenwasserbewirtschaftung:

Kompetenzzentrum Wasser Berlin
Cicerostraße 24 | 10709 Berlin

Dr. Andreas Matzinger
Tel.: +49 30 53653 824
andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

www.kuras-projekt.de

Projektlaufzeit: 06/2013 – 05/2016

Die Stadt als hydrologisches System im Wandel

Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts

HINTERGRUND

Die städtische Wasserinfrastruktur ist einem Wandel der Randbedingungen ausgesetzt. Ursachen dafür sind generelle Trends der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung und des Klimawandels sowie stadtspezifische Entwicklungen wie die Einbindung von Flüssen in Naherholungsräume oder der Umgang mit überflutungsgefährdeten Siedlungsgebieten. Dies stellt insbesondere die Stadtentwässerung vor große Herausforderungen. Im Verbundforschungsvorhaben SAMUWA werden die bisher statischen Ansätze in Planung und Betrieb von Entwässerungssystemen hinterfragt und Wege aufgezeigt, wie mit intelligenten und integrativen Systemlösungen und Bewirtschaftungskonzepten ein dynamisches und anpassungsfähiges Management des stadthydrologischen Gesamtsystems erreicht werden kann (s. Abb. 1).



Abb. 1: SAMUWA – Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts. Fotomontage: Universität Stuttgart, ILPÖ

ZWISCHENERGEBNISSE

SAMUWA ist strategisch in vier Schwerpunkte strukturiert. Im ersten Punkt „Zukunft befragen“ wurden vom Lehrstuhl Städtebau & urban scape der Universität Wuppertal (BUW) zunächst vier ausgewählte Modellgebiete in Gelsenkirchen, Münster, Reutlingen und Wuppertal städtebaulich untersucht. Auf dieser Grundlage werden Szenarien der Stadt- und Infrastrukturentwicklung erarbeitet, die die Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft, Flächennutzung, Infrastruktur und das Nutzerverhalten berücksichtigen. Vom Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

der Universität Stuttgart wird der stochastische Niederschlags-generator NiedSim mit dem Ziel weiterentwickelt, räumlich und zeitlich korrelierte synthetische Niederschlagszeitreihen zu erzeugen und dabei Entwicklungen des Klimas zu berücksichtigen. Erste Ergebnisse wurden an Verbundpartner weitergegeben.

Im zweiten Schwerpunkt „Bestand verbessern“ arbeiten die Partner InfraConsult, Stadtentwässerung Reutlingen und Universität Stuttgart im Modellgebiet Reutlingen sowie die Partner Dr. Pecher AG und Wuppertaler Stadtwerke (WSW) im Modellgebiet Wuppertal an der Weiterentwicklung technischer Maßnahmen zur Abflusssteuerung im Kanalnetz. Steuernde Eingriffe in das Abflussgeschehen bieten die Möglichkeit, bestehende Entwässerungssysteme im Hinblick auf die Misch- und Niederschlagsbehandlung effizienter zu nutzen und deren Betrieb ohne Umbau oder Neubau an veränderte Randbedingungen anzupassen. Die Stadtentwässerung Reutlingen konnte den Prototyp einer integralen Kanalabflusssteuerung im Mischsystem im Juni 2014 in Betrieb nehmen (s. Abb. 2). In Wuppertal wird das Pilotprojekt einer verschmutzungsabhängigen Abflusssteuerung im Trennsystem weiterentwickelt. Damit ist es möglich, kanalisiert abfließendes Bachwasser bei Trockenwetter in die Wupper einzuleiten und bei Regenwetter in Abhängigkeit von der Verschmutzung durch Oberflächenabflüsse zur Kläranlage oder in die Wupper abzuleiten. Vom Verbundpartner ifak werden ein Simulator sowie eine Methodik zur simulationsgestützten Ermittlung des Steuerungspotenzials für eine Kanalnetzsteuerung unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens von Kanalnetz und Kläranlage entwickelt. Vom Partner aquaplan wird ein Messdatenmanagementsystem weiterentwickelt, mit dessen Hilfe große Datenvolumina verwaltet und geprüft werden können.

Der dritte Schwerpunkt „Zukunft planen“ weitet die bisher in der Siedlungsentwässerung verwendeten Ansätze zur Kanalnetzplanung aus, indem zusätzlich der lokale Wasserhaushalt, Möglichkeiten der Freiraumplanung sowie Maßnahmen der Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung berücksichtigt werden.

Dazu wurde von der Fachhochschule Münster das Wasserbilanzmodell WABILA zur vereinfachten Bestimmung des lokalen Wasserhaushaltes in Siedlungsgebieten entwickelt. Es verfolgt das Ziel, langfristige Veränderungen des Wasserhaushaltes als operable Größen in den Planungsprozess von Neubau- und Sanierungsgebieten einzubinden und dabei alle wesentlichen Flä-



Abb. 2: Einrichtung einer Messstelle für Qualitätsmessungen an einem Regenüberlaufbecken. Foto: Universität Stuttgart, ISWA

chenarten und -nutzungen sowie Maßnahmen zur dezentralen und semizentralen Niederschlagswasserbewirtschaftung zu berücksichtigen. Die Ergebnisse werden derzeit intensiv in der Fachwelt diskutiert.

Im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung und Überflutungsvorsorge werden vom Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart in Zusammenarbeit mit den Partnern BUW, FH Münster, Dr. Pecher AG, EGLV und WSW Strategien der städtebaulichen Gestaltung urbaner Freiräume mit wasserwirtschaftlichen Planungen und Simulationstools verknüpft. Dazu wurden zunächst in einer Pilotstudie in Wuppertal Maßnahmen der Überflutungsvorsorge mit laufenden Stadtentwicklungsprozessen kombiniert sowie Gestaltungskonzepte entworfen, die das Wasser städtebaulich integrieren (s. Abb. 3). Daraus wird ein Leitfaden entstehen, der Methoden und Konzepte der Freiraumnutzung und -gestaltung zur Regenwasserbewirtschaftung und Überflutungsvorsorge beschreibt.



Abb. 3: Verknüpfung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen mit integrierten Strategien der Stadt- und Freiraumplanung. Grafik: Uni Stuttgart, ILPÖ

Im vierten, derzeit von den Partnern BUW, FH Münster und Stadt Münster vorbereiteten Schwerpunkt „Hemmnisse überwinden“, wird es u.a. darum gehen, die derzeitige Organisation von Planungsabläufen und deren institutionelle Rahmenbedingungen zu analysieren, um Hemmnisse zu erkennen und Anpassungsmöglichkeiten für eine integrierte und partizipative Planung in den Bereichen Siedlungsentwässerung, Stadtentwicklung, Freiraumplanung, Umwelt und Verkehr aufzuzeigen. Ergebnis wird ein Leitfaden „Governance“ sein, der sich an Kommunen und Planungsakteure richtet. Bereits jetzt wird deutlich, dass eine Aufarbeitung dieser interdisziplinären Fragen um den urbanen Wasserhaushalt entscheidend für die zukünftige Etablierung intelligenter und multifunktionaler Infrastruktursysteme sein wird.

AUSBLICK

Über die Website www.samuwa.de sind aktuelle Informationen verfügbar und ist die Kontaktaufnahme mit den Projektpartnern möglich. Für die zweite Hälfte der Laufzeit werden die Projekte fachlich weitergeführt, die Ergebnisse werden publiziert, präsentiert und in verschiedenen Beiräten und Workshops mit externen Fachleuten und der Zielgruppe der Kommunen und deren Entwässerungsbetrieben diskutiert.

Auf der Grundlage der Projektergebnisse werden Leitfäden erarbeitet und Software entwickelt. Zudem sollen betroffene Bürger und die interessierte Öffentlichkeit beteiligt werden, und SAMUWA wird sich an den Aktivitäten des Begleitvorhabens INISnet zum Wissenstransfer beteiligen.

KONTAKT

Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau,
Wassergüte- und Abfallwirtschaft
Bandtäle 2 | 70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
Tel.: +49 711 685-69350
ulrich.dittmer@iswa.uni-stuttgart.de

Dr.-Ing. Birgit Schlichtig
Tel.: +49 711 685-65422
birgit.schlichtig@iswa.uni-stuttgart.de

www.samuwa.de

Projektlaufzeit: 07/2013 – 06/2016

SYNOPSIS

Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen

HINTERGRUND

Für die Planung und Optimierung von Stadtentwässerungssystemen mittels mathematischer Simulationsmodelle werden lange, kontinuierliche, zeitlich hoch aufgelöste Niederschlagsreihen benötigt. Da beobachtete Zeitreihen in Deutschland nicht flächendeckend vorliegen, werden Planungskonzepte durch die Verwendung unsicherer oder ungeeigneter Daten oft unwirtschaftlich und nicht nachhaltig. Eine gute Alternative ist die Verwendung synthetischer Niederschlagsreihen. Ziel des Projektes SYNOPSIS ist die Untersuchung und Weiterentwicklung, das Testen und Vergleichen von Niederschlagsmodellen zur Erzeugung synthetischer Niederschlagsdaten unter Betrachtung verschiedener stadthydrologischer Anwendungsbereiche (s. Abb. 3). Ausgehend von den Modellgebieten Hamburg, Braunschweig und Freiburg sowie den Bundesländern Baden-Württemberg und Niedersachsen soll eine bundesweit übertragbare Datengenerierungsmethode entwickelt werden.



Abb. 1: Starkregenereignisse können Kanalnetze überlasten und zu Überflutungen führen. Foto: Lothar Fuchs, itwh

ZWISCHENERGEBNISSE

Das Projekt untersucht drei unterschiedliche Niederschlagsmodelle (s. Abb. 2), die Regenreihen in einer zeitlichen Auflösung von fünf Minuten erzeugen, hinsichtlich ihrer Eignung für die Stadtentwässerung. In der ersten Projektphase wurde das parametrische stochastische N-Modell der Uni Hannover weiterentwickelt und für die Stadthydrologie angepasst. Dies erfolgte anhand der

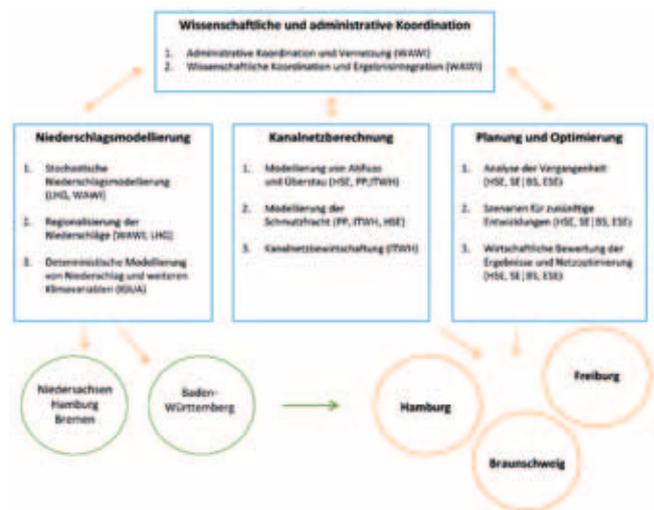


Abb. 2: Übersicht der verschiedenen Projektbereiche und Verantwortlichkeiten im Verbundprojekt SYNOPSIS. Grafik: Sophia Rohde, HAMBURG WASSER

Analyse von und Parameterschätzung aus beobachteten Zeitreihen für das Bundesland Niedersachsen. Das nicht-parametrische stochastische N-Modell der Uni Stuttgart, basierend auf dem NIEDSIM-Ansatz, erzeugt hoch aufgelöste Zeitreihen für das Bundesland Baden-Württemberg. Die Uni Augsburg verfolgt einen Ansatz, bei dem räumlich zusammenhängende Niederschlagsfelder aus einem regionalen Klimamodell durch Downscaling mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km generiert werden. Hier werden die synthetischen Daten zunächst auch für das Bundesland Niedersachsen erzeugt.

Alle drei Modelle wurden zuerst auf das aktuelle Klima konditioniert. Die generierten synthetischen Zeitreihen müssen auf verschiedene Arten auf Plausibilität geprüft werden. Hierzu gehört einerseits der Vergleich mit gemessenen Zeitreihen, der anhand verschiedener Niederschlagscharakteristika und statistischer Kenngrößen durchgeführt wird. Andererseits werden die synthetischen Niederschläge als Belastung für die von den Praxispartnern aufgebauten Kanalnetzmodelle für die drei Untersuchungsgebiete verwendet. Hier geht es um die Überprüfung, ob die synthetischen Niederschläge das Verhalten der Kanalnetze

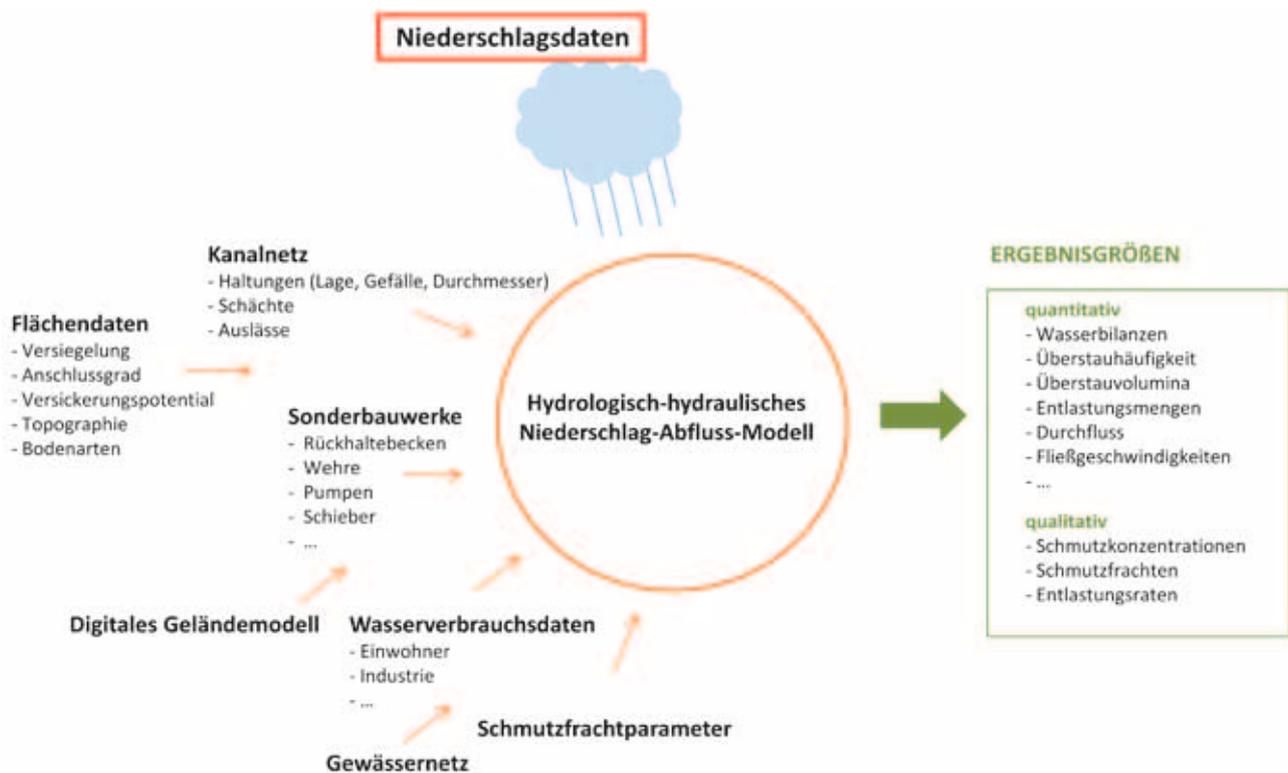


Abb. 3: Schematische Darstellung von Grundlagen und Einflussfaktoren für hydrologisch-hydraulische Niederschlags-Abfluss-Modelle und resultierende Ergebnisgrößen. Die Niederschlagsbelastung ist von zentraler Bedeutung. Grafik: Sophia Rohde, HAMBURG WASSER

in Bezug auf Ein- und Überstauhäufigkeiten und -volumina sowie hinsichtlich Schmutzfrachtberechnung gut wiedergeben. Als Vergleich dienen auf Beobachtungen basierende Referenzregenreihen der Praxispartner.

Die eingehenden Analysen und Vergleiche führten in einem iterativen Prozess zu einer immer besseren Anpassung aller drei Niederschlagsmodelle an die real beobachteten Verhältnisse und an die Erfordernisse der Stadtentwässerung.

AUSBLICK

Im Gegensatz zum Augsburger Ansatz sind die anderen beiden Modelle nicht automatisch in der Lage, Niederschlagszeitreihen mit räumlichem Zusammenhang zu generieren. Während der räumliche Zusammenhang im parametrischen Modell durch einen Resampling-Ansatz erzeugt wird, sollen für das nicht-parametrische Modell Copulas eingesetzt werden. Weiterhin werden alle drei Modelle für das jeweils andere Bundesland angepasst, also die Modelle der Unis Hannover und Augsburg für Baden-Württemberg und das Modell der Uni Stuttgart für Niedersachsen. Somit wird jedes der drei Niederschlagsmodelle in allen drei städtischen Untersuchungsgebieten angewendet werden, was einen umfassenden Vergleich und eine Bewertung der drei unterschiedlichen Methoden bezüglich ihrer Eignung für stadthydrologische Fragestellungen ermöglicht. Weiterhin wird nicht nur das gegenwärtige Klima untersucht. Basierend auf einer mittleren Klimaprognose werden die drei N-Modelle für zukünftige erwartete Verhältnisse angepasst und dazu verwendet, synthetische Zeitreihen für ein mögliches zukünftiges Klima zu erzeugen.

Damit erhalten die Praxispartner die Möglichkeit, ihre Kanalnetze auf Zukunftsfähigkeit zu untersuchen, was bei derartigen Anlagen mit Lebensdauern von vielen Jahrzehnten auch eine wichtige wirtschaftliche Fragestellung ist. Die Projektergebnisse sollen mittelfristig für die Erarbeitung einer Praxisempfehlung für die Verwendung synthetischer Niederschlagsreihen in der Stadtentwässerung genutzt werden. Geplant ist, die Ergebnisse der Öffentlichkeit über eine webbasierte Anwendung zugänglich zu machen.

KONTAKT

Leibniz Universität Hannover
 Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau
 Appelstraße 9a | 30167 Hannover

Prof. Uwe Haberlandt
 Tel: +49 511 762-2237
 haberlandt@iww.uni-hannover.de

Dr.-Ing. Sven van der Heijden
 Tel.: +49 511 762 2227
 vdheijden@iww.uni-hannover.de

www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/synopse

Projektlaufzeit: 05/2013 – 04/2016



Innovative Abwasserreinigung

Nachhaltiges, innovatives und dezentrales Abwasserreinigungssystem inklusive der Mitbehandlung des Biomülls auf Basis alternativer Sanitärkonzepte

HINTERGRUND

Obwohl in Deutschland mehr als 95 % der Einwohner an das zentrale Abwasserentsorgungssystem angeschlossen sind, besteht vornehmlich in ländlichen Gebieten Bedarf an dezentralen Abwasserentsorgungssystemen. Um derartige Lösungen zukunftsfähig zu gestalten, müssen bisher bestehende Nachteile, wie der relativ hohe Flächenverbrauch, der hohe technische Aufwand und teilweise ungenügende Reinigungsleistungen überwunden werden.

Das nidA200-Projekt löst dieses Problem mit der Entwicklung eines nachhaltigen Konzeptes für dezentrale Abwasserreinigung. Durch die Einführung alternativer Sanitärsysteme, die Mitbehandlung des Siedlungsbiomülls und den Einsatz von Massenkulturen wird eine sehr weitgehende Abwasserreinigung bei hoher Energieeffizienz und maximaler Nährstoffrückgewinnung, insbesondere von Phosphat, erreicht. Die großtechnische Realisierung ist für Siedlungen in peripherer Lage sowie für spezifische Anwendungsobjekte (Hotels, Altenheime, Krankenhäuser) vorgesehen.



Abb. 1: *Scenedesmus* („4er-Packs“, links), *Oedogonium* oder *Ulothrix* (fädige Algen, rechts). Fotos: Peter Roggentin

ZWISCHENERGEBNISSE

Für die großtechnische Umsetzung des nidA200-Konzeptes werden schnell sedimentierende Algen mit hoher Wachstumsrate benötigt. Diese Algen wurden durch Selektionsprozesse wie der täglichen Entnahme des Überstandes nach kurzen Sedimentati-



Abb. 2: Algenröhrensystem-Versuchsanlage. Foto: LimnoSun

onsphasen und der stoßweisen Zugabe von neuem (künstlichen) Grauwasser-Analog gezüchtet. Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus der selektierten Biomasse, vornehmlich bestehend aus *Oedogonium* oder *Ulothrix* (fädige Algen) und *Scenedesmus* („4er-Packs“).

Relevante Faktoren für die großtechnische Umsetzung (Wachstumsraten, Nährstoffaufnahme, TS-Optimum usw.) konnten mit den selektierten Algenkulturen definiert werden. Die Zuwachsraten sind in den Sommermonaten erwartungsgemäß am höchsten. Bemerkenswert ist allerdings, dass selbst im ertragschwächsten Wintermonat Dezember der durchschnittliche Ertrag immer noch ca. 25 % des bisher ertragsstärksten Monats Juni war. Damit besteht die Möglichkeit eines jahresdurchgängigen Betriebes. Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse wurde im Oktober 2014 eine zweite Algenversuchsanlage im Pilotmaßstab installiert, diesmal ein Röhrensystem (s. Abb. 2).

Um die Eliminationsleistungen der Algen in Bezug auf pathogene Mikroorganismen bestimmen zu können, wurden für die Modellorganismen Enterobacteriaceen, *E. coli*, *Listeria* und *Salmonella* zuverlässige Methoden zur Keimzahlbestimmung aus Abwasser und Abläufen etabliert. Die Eliminationsraten von mit künstlichem Grauwasser bzw. Rohabwasser betriebenen Algenkulturen betragen bis zu 99,996 % für Enterobacteriaceen und bis zu 99,95 % für *E. coli*.

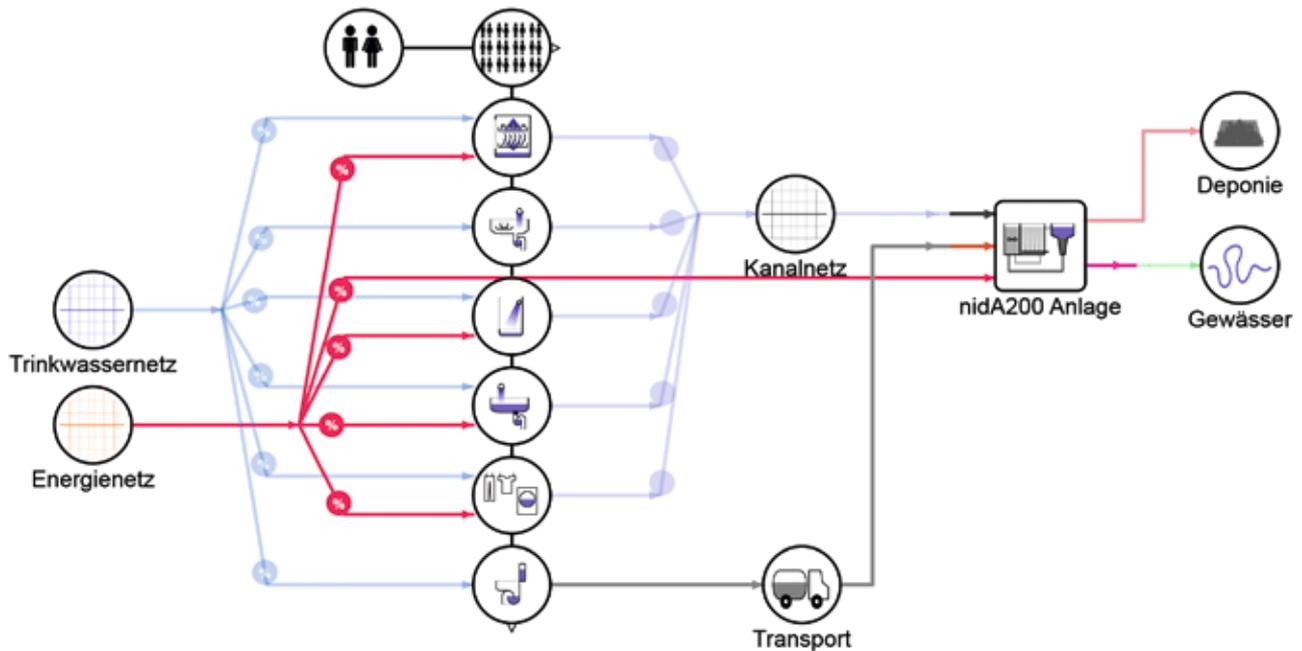


Abb. 3: Erste Konzeption eines Modells der nidA200-Anlage. Grafik: ifak

Eine besondere Herausforderung stellt die Bestimmung der relativen Menge an Noroviren dar, da das Virus nur molekularbiologisch (mittels Polymerasekettenreaktion) und nicht kulturell nachgewiesen werden kann. Eine Methode, bei der die Viruspartikel an einen geladenen Sterilfilter gebunden und die Virus-Nukleinsäuren direkt vom Filter freigesetzt werden, zeigte positive Ergebnisse.

Die Modellierung und Simulation als etablierte Werkzeuge für den Entwurf und die Optimierung von klassischen abwassertechnischen Anlagen sind auch auf dezentrale Konzepte wie das nidA200-Konzept anzuwenden. Eine zentrale Rolle spielen die Trennung von Stoffströmen, deren separate belastungsspezifische Behandlung, das Schließen von Kreisläufen und auch die Wiederverwertung/-gewinnung. Dezentrale Konzepte im Planungszustand können virtuell aufgebaut und auf Sinnfälligkeit und Plausibilität überprüft werden.

Das nidA200-Konzept arbeitet mit einer Modul-Bibliothek, mit der der Anfall diverser Abwasserarten (wie zum Beispiel Braun-, Grau- und Gelbwasser) modelliert werden kann (s. Abb. 3).

Zur Bestimmung aller relevanten Rahmenbedingungen für die Umsetzung des Konzeptes wurden die rechtlichen Belange alternativer dezentraler Abwassersammel- und Abwasserreinigungskonzepte geprüft. In der hier untersuchten Ausbaugröße sind Anlagengenehmigungen lediglich nach wasserrechtlichen Vorgaben notwendig.

Die Erfassung und Weiterleitung des Grauwassers ist als unproblematisch anzusehen. Die getrennte Sammlung von Gelb- und Brauwasser lässt sich insbesondere unter dem Aspekt einer wassersparenden Abwasserbeseitigung nach dem Stand der Wissenschaft mit der Unterdruck- oder Vakuumtechnik realisieren.

Dadurch ist auch das Problem der ungenügenden Akzeptanz gelöst.

AUSBLICK

Die Eliminationsraten der pathogenen Mikroorganismen und der Abbau der Spurenschadstoffe werden durch Variation der Betriebsbedingungen optimiert, ebenso wie das Algenwachstum und die N- und P-Aufnahme. Durch die zweite Versuchsanlage sind hierzu deutlich mehr vergleichende Analysen möglich. Darüber hinaus wird der Fokus verstärkt auf die Nährstoffrückgewinnung gelegt.

Im Themenkomplex Simulation/Modellierung stehen die Modellierung biologischer Reinigungsprozesse durch Biomasse unter aeroben und anaeroben Bedingungen (inklusive Algenbiomasse), die Modellierung neuer Technologien und Verfahren (wie Schlammwäsche), die Modellierung von Investitions- und Betriebskosten und eine energetische und ökologische Bewertung eines Gesamtkonzepts an.

KONTAKT

LimnoSun GmbH
Eickhorster Straße 3 | 32479 Hille

Dr. Niels Christian Holm
Tel.: +49 5703 51554 23
holm@limnosun.de

www.limnosun.de/projekte

Projektlaufzeit: 05/2013 – 04/2016

Planung und Betrieb von ressourcen- und energieeffizienten Kläranlagen mit gezielter Vermeidung umweltgefährdender Emissionen

HINTERGRUND

Der Betrieb von Kläranlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung ist mit erheblichen Kosten und hohem Ressourcenverbrauch verbunden. Insbesondere der Energiebedarf (Stromverbrauch) von Kläranlagen stellt eine signifikante Komponente des Energiebedarfs von Kommunen dar. Dementsprechend werden seit einigen Jahren viele Anstrengungen unternommen, um den Energiebedarf von Kläranlagen zu minimieren. Zu diesen Maßnahmen gehören unter anderem:

- » flexible Verfahrensgestaltung und Betriebsführung zur Maximierung der Stickstoffelimination (Denitrifikation),
- » angepasste Regelungskonzepte mit dem Ziel der Minimierung von Belüftungsenergie, u.a. O₂-Sollwertabsenkungen, optimierte O₂-Profile, Ammonium-geführte Belüftung, Nitrat-geführte intermittierende Belüftung.

Diese Maßnahmen haben in der Praxis bewiesen, dass bei guter Planung und Inbetriebnahme ein signifikantes Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz von Kläranlagen gegeben ist. Mit der Einführung dieser Methoden werden jedoch auch Risiken und Nachteile sichtbar. Neben der potenziellen Maximierung von NH₄-Emissionen, der Verschlechterung der Schlammstabilisierung und der potenziellen Verschlechterung des Absetzverhaltens und der Entwässerbarkeit des Schlammes besteht auch die Gefahr erhöhter Emissionen von beispielsweise Nitrit und Lachgas (N₂O).

Im Vorhaben sollen zwei wesentliche Ziele erreicht werden:

- » die Entwicklung eines Planungswerkzeuges zur Auslegung und Optimierung von Kläranlagen, welches neben der Einhaltung typischer Anforderungen (Stickstoff-, Phosphor- und Kohlenstoffelimination) und der Abschätzung des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung auch explizit eine Quantifizierung und Bewertung der Nitrit-, Lachgas- und Methanemissionen berücksichtigt,
- » die Entwicklung von intelligenten Regelungskonzepten, die neben der klassischen Einhaltung der Ablaufanforderungen und einer Energieverbrauchsminimierung auch das Risiko von Nitrit-, Lachgas- und Methanemissionen reduziert.

Mit diesen Projektergebnissen können die gesamtgesellschaftlichen Kosten der Abwasserreinigung ganzheitlich analysiert und minimiert werden. Neben der weitgehenden Abwasserreinigung und der damit verbundenen Verbesserung der Gewässergüte können die Energiekosten minimiert werden, ohne dass gleichzeitig eine erhöhte Umweltbelastung durch ungewollte Emissionen verursacht wird.



Abb. 1: Geräteaufbau für die Labor-Zehrungsversuche. Foto: B. Cybulski

ZWISCHENERGEBNISSE

Im Projekt wurden bisher folgende Zwischenergebnisse erreicht:

Es wurden Belebtschlammmodelle entwickelt, die neben Nitrat- und Ammonium-Stickstoff auch wichtige Zwischenprodukte wie Nitrit und N₂O beschreiben. Die Modelle wurden auf Basis existierender Modellvorstellungen in ein erweitertes Belebtschlammmodell weiterentwickelt und ergänzt (s. Abb. 2). Die entwickelten Modelle sind weiterhin konsistent zu den Stand-der-Technik-Belebtschlammmodellen (ASM1, ASM3) und den Bemessungsvorschriften der DWA (A131).

Es wurden Laborversuche ausgeführt, die geeignet sind, die entwickelten Modellvorstellungen zu verifizieren und die Bedingungen für das Auftreten der relevanten Zwischenprodukte zu ermitteln. Geeignete Laboraufbauten und Messverfahren wurden entwickelt und getestet. Für eine mögliche Modellerweiterung zur Erfassung der Nitrit-Bildung bei Zugabe externer C-Quellen wurden vom Eigenbetrieb Stadtentwässerung Pforzheim (ESP) detaillierte Laborversuche mit verschiedenen Kohlenstoffsub-

Sektorübergreifende Ressourcennutzung durch gebäudeintegrierte Farmwirtschaft

HINTERGRUND

Lebensmittel werden oft in großer Entfernung vom Konsumenten angebaut und über weite Strecken transportiert. Das Verbundprojekt ROOF WATER-FARM untersucht neue Ansätze, Nahrungsmittel in städtischen Dachgewächshäusern zu produzieren und diese nachhaltig mit aufbereitetem Wasser und Nährstoffen aus Gebäuden zu versorgen. Entwickelt und erprobt wird ein Konzept, das einzelne und kombinierte Verfahren zur hygienischen Nutzung von Regen-, Grau- und Schwarzwasser in Verbindung mit der Kultivierung von Pflanzen (Hydroponik) und Fischen (Aquaponik) einsetzt. Das Verbundprojekt untersucht die Übertragbarkeit und Alltagstauglichkeit dieses Ansatzes als sektorübergreifende Infrastruktur urbaner Nahrungsmittelproduktion und Wasserwirtschaft. Hierbei nimmt es einzelne Technologien, ganze Gebäude und Quartiere sowie auch die Gesamtstadt in den Blick. Es simuliert die Auswirkungen auf die Siedlungswasserwirtschaft, die Umwelt und eine kreislauforientierte Stadtgestaltung. Begleitend entstehen zielgruppenspezifische Kommunikations- und Trainingsmaterialien.

ZWISCHENERGEBNISSE

Das Forschungskonzept wird in einer Pilotanlage in Berlin beispielhaft und sichtbar umgesetzt: Das bestehende, integrierte Wasserkonzept des Gebäudekomplexes Block 6 in der Dessauer/Bernburger Straße in Berlin-Kreuzberg – ein zwischen dem Eigentümer und dem Land Berlin kooperativ entwickeltes Projekt – bietet hierfür geeignete bauliche Voraussetzungen. Häusliches Abwasser aus Badewannen, Duschen, Handwaschbecken und Küchen („Grauwasser“) wird hier bereits getrennt abgeleitet, zu hygienisch einwandfreiem Betriebswasser aufbereitet und zur Toilettenspülung und Bewässerung der Mietergärten wiederverwendet. Regenwasser wird gesammelt und in der ursprünglichen Pflanzenkläranlage verdunstet. ROOF WATER-FARM entwickelt dieses Konzept weiter und nutzt das gereinigte Grauwasser als Betriebswasser für die Produktion von Fischen und Pflanzen in einem vor Ort aufgebauten Test-Gewächshaus (s. Abb. 1). Zusätzlich wird ein hygienisch sicheres Verfahren zur Gewinnung einer Düngemittellösung aus Schwarzwasser (Toilettenabwasser) entwickelt, erprobt und bewertet.

Technologische Entwicklung

- » Pilotanlage, Betriebswasseraufbereitung (Nolde & Partner) & Prozesstechnik Wasser-Farm (TERRA URBANA): Bau, Inbe-

triebnahme und Begleitmonitoring von Betriebswasseraufbereitung und Gewächshaus mit Fisch- und Pflanzenzucht, Durchführung abgestimmter Screenings zur hygienischen Qualität des Betriebswassers und zur Qualität der Produkte (Fisch + Pflanze)

- » Pilotanlage, Schwarzwasseraufbereitung (Fraunhofer UMSICHT), Einsatz von NPK-Flüssigdünger in der Hydroponik-Teststrecke: Identifikation geeigneter Verfahren und Prozesskombinationen zur Aufbereitung von Schwarzwasser, Konzeption und Bau im Labormaßstab, Abstimmung der Untersuchungsparameter zur hygienischen Bereitstellung von NPK-Flüssigdünger

Erste Analysen des bereitgestellten Betriebswassers zeigen, dass die zum Nahrungsmittelanbau erforderlichen Hygieneanforderungen (bisher EU-Richtlinie für Badegewässer) um Zehnerpotenzen unterschritten werden. Vorliegende Ergebnisse der Spurenstoff- und Schwermetallanalytik (Betriebswasser, Pflanzen, Fisch) zeigen ebenfalls signifikant niedrige Konzentrationen.

UpScaling, Gebäudetypologien und stadträumliche Übertragbarkeit

- » Diffusion Stadtraum (TUB-ISR, inter 3 GmbH): Auswahl, Analyse von geeigneten Modellgebieten (TUB-ISR), Analyse Dachgewächshauspotenziale in Berlin (s. Abb. 3), erste Simulation der siedlungswasserwirtschaftlichen Charakteristiken



Abb. 1: Blick in das ROOF WATER-FARM-Gewächshaus anlässlich des Erdbesuches im Juni 2014. Über 250 Gäste kamen, um das Forschungsprojekt und die Anlagen kennenzulernen. Foto: ROOF WATER FARM

als GIS-Modell (inter3 GmbH), Entwicklung erster stadträumlicher Visualisierungen als Netzwerkpläne, Collagetechnik, Narration, Darstellung als Diffusionsszenario Modellgebiet Stadtrand (TUB-ISR)

- » UpScaling Gebäude (TUB-ISR): Festlegung von übertragbaren RWF-Gebäudetypologien nach Nutzungen, Charakterisierung nach Wasser- und Stoffströmen und optionalen RWF-Varianten (Prozesstechnologien), Durchführung erste Gebäudestudie Typologie Wohnungsbau, Vorbereitung der weiteren Anwendungsuntersuchungen
- » Innovationsarena (inter 3 GmbH): vorbereitende Arbeiten zur Durchführung der multikriteriellen Innovationspotenzial- und Risikoanalyse, interner Workshop zur Multikriterienanalyse, erste Analyse der Innovationsarena

Kommunikation, Capacity-Building

- » Launch der Online-Plattform, Start der Web-Kampagne (s. Abb. 2) des Projektes (TUB-ISR)
- » Regelmäßige Veranstaltung von Führungen, thematischen Events und Trainings auf dem Gelände der Pilotanlage (TUB-ISR, alle Partner)
- » Inhaltliche Vorbereitung der Kommunikationsformate, Justierung der Zielgruppenansprache, Netzwerkaufbau (TUB-ISR, alle Partner)
- » Projektvorstellung im Rahmen der Ausstellung „Ökologische Gebäudekonzepte“ (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Land Berlin)



Abb. 2: Wasser, Stadt, Infrastruktur, Produkte, Menschen - Themen der Webkampagne des Projektes. Foto: ROOF WATER FARM

AUSBLICK

- » Erprobung und Begleitmonitoring von Betriebswasserqualität und weiteren Produktpaletten Pflanze + Fisch (TERRA URBANA, Nolde & Partner, Fraunhofer UMSICHT)
- » Installation der Hydroponik-Teststrecke im Wasserfarmgewächshaus (TERRA URBANA, Nolde & Partner, Fraunhofer UMSICHT) und Erprobung des hygienisch sicheren, produktiven Einsatzes von NPK-Flüssigdünger
- » Bewertung der entwickelten Verfahren anhand von beispielhaften Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und mittels Öko-

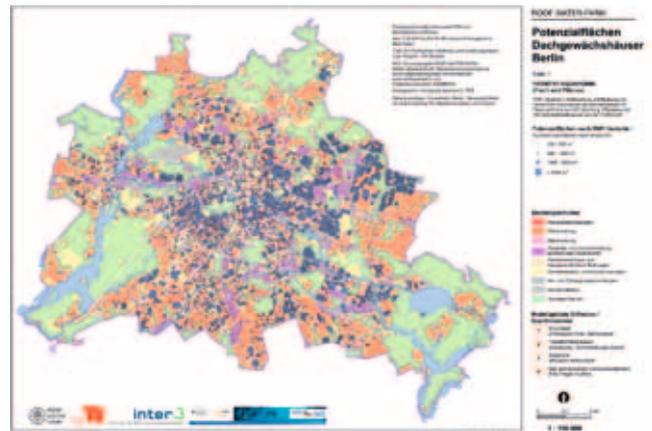


Abb. 3: Visualisierung der Potenzialflächen für Dachgewächshäuser in Berlin. Ausschnitt aus dem GIS-Arbeitsmodell des Projektes. Datengrundlage: Umweltatlas Berlin, Geoportal Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. Grafik: ROOF WATER-FARM

bilanzierung (inter 3 GmbH, Nolde & Partner, Fraunhofer UMSICHT), Ableitung von Optimierungspotenzialen ökonomischer und ökologischer Sicht

- » Beispielhafte Darstellung der Diffusionspotenziale anhand von stadträumlichen Szenarien, Akteursinterviews, prototypischen Gebäudestudien inklusive Betreibermodelle und planerische Handlungsempfehlungen, Bewertung der stadträumlichen Übertragbarkeit (TUB-ISR)
- » Fertigstellung Multikriterienanalyse und Analyse der Innovationsarena für die sektorübergreifende Infrastruktur, Ableitung von akteursspezifischen Handlungsempfehlungen (inter 3 GmbH)
- » Veröffentlichung von Trainings- und Kommunikationsmaterialien für verschiedene Zielgruppen im Bereich Akzeptanz, Bildung und Fachplanung (TUB-ISR, alle Partner)

KONTAKT

Technische Universität Berlin
 Institut für Stadt- und Regionalplanung (ISR)
 Fachgebiet Städtebau und Siedlungswesen
 Hardenbergstraße 40A | Sekr. B9 | 10623 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Angela Million
a.million@isr.tu-berlin.de
 Tel.: +49 30 314 28101

Dr.-Ing. Anja Steglich
a.steglich@isr.tu-berlin.de
 Tel.: +49 30 314 28093

Dr.-Ing. Grit Bürgow
g.buergow@isr.tu-berlin.de
 Tel.: +49 30 314 28093

www.roofwaterfarm.com

Projektlaufzeit: 07/2013 – 06/2016





Kontakt Daten der Forschungsverbände

Kontakte

Forschungsverbund EDIT

PROJEKTKOORDINATION

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Department Aquatische Ökosystemanalyse und Management
Brückstraße 3a | 39114 Magdeburg
Dr. Daniel Karthe
Tel.: +49 391 810 9104
daniel.karthe@ufz.de

FORSCHUNGSPARTNER

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK)
Georges-Köhler-Allee 103 | 79110 Freiburg
Dr. Gregory Dame
Tel.: +49 761 203 7267
dame@imtek.de

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – Technologiezentrum Wasser

Karlsruher Straße 84 | 76139 Karlsruhe
Dr. Andreas Tiehm
Tel.: +49 721 9678 137
andreas.tiehm@tzw.de

Fraunhofer IOSB

Institutsteil Angewandte Systemtechnik (AST)
Am Vogelherd 50 | 98693 Ilmenau
Dr.-Ing. Buren Scharaw
Tel.: +49 3677 461 121
buren.scharaw@iosb-ast.fraunhofer.de

Technische Universität München – Institut für Wasserchemie und chemische Balneologie

Marchioninistraße 17 | 81377 München
Dr. Michael Seidel / Prof. Dr. Reinhard Niessner
Tel.: +49 89 2180 78238
Michael.Seidel@ch.tum.de

PRAXISPARTNER

Berliner Wasserbetriebe
Wasserversorgung
Neue Jüdenstraße 1 | 10179 Berlin
Dipl.-Ing. Fereshte Sedehizade
Tel.: +49 30 8644 5538
Fereshte.Sedehizade@bwb.de

GWK Präzisionstechnik GmbH

Gollierstraße 70 | 80339 München
Christian Heese
Tel.: +49 89 7264960 0
christian.heese@gwk-munich.com

R-Biopharm AG

An der neuen Bergstraße 17 | 64297 Darmstadt
Dr. Silvia Vosseler
Tel.: +49 6151 8102 691
s.vosseler@r-biopharm.de

Forschungsverbund KREIS

PROJEKTKOORDINATION

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Siedlungswasserwirtschaft
Coudraystraße 7 | 99423 Weimar
Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong
Tel.: +49 3643 584615
joerg.londong@uni-weimar.de

Hamburger Stadtentwässerung AöR

Abteilung Technologieentwicklung
Billhorner Deich 2 | 20539 Hamburg
Dr. Kim Augustin
Tel.: +49 40 7888 82600
kim.augustin@hamburgwasser.de

FORSCHUNGSPARTNER

Bauhaus-Universität Weimar
Professur Biotechnologie in der Ressourcenwirtschaft
Coudraystr. 7 | 99423 Weimar
Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kraft
Tel.: +49 3643 584621
waste@bauing.uni-weimar.de

Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen
Marienstrasse 7A | 99423 Weimar
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans Wilhelm Alfen
Tel.: +49 3643 584592
wilhelm.alfen@uni-weimar.de

Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Professur für Biologische Abwasserreinigung und
Abwasserwertung
An der Wilhelmshöhe 44 | 37671 Höxter
Prof. Dr.-Ing. Martin Oldenburg
Tel.: +49 5271 687240
martin.oldenburg@hs-owl.de

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

Institutsbereich Wasser und nachhaltige Umweltplanung
Hamburger Allee 45 | 60486 Frankfurt am Main
Dr. Engelbert Schramm
Tel.: +49 69 707691917
schramm@isoe.de

Öko-Institut e.V.

Büro Berlin
Schicklerstraße 5–7 | 10179 Berlin
Dipl.-Ing. Günter Dehoust
Tel.: +49 30 405085 355
g.dehoust@oeko.de

Steinbeis-Transferzentrum Solar- und Wärmetechnik

Pfaffenwaldring 6 | 70550 Stuttgart
Dr.-Ing. Harald Drück
Tel.: +49 711 685 63553
drueck@swt-stuttgart.de

Technische Universität Hamburg-Harburg

Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Eissendorfer Straße 42 | 21079 Hamburg
PD Dr.-Ing. habil. Ina Körner
Tel.: +49 40 428783154
i.koerner@tuhh.de

PRAXISPARTNER

Buhck Umweltservices GmbH & Co. KG

Südring 38 | 21465 Wentorf/b.Hbg.
Dipl.-Ing. Wolfram Gelpke
Tel.: +49 40 736093191
wgelpke@buhck.de

Consulaqua Hamburg GmbH

Ausschläger Elbdeich 2 | 20539 Hamburg
Dipl.-Geol. Sören Kathmann
Tel.: +49 40 788889524
skathmann@consulaqua.de

VacuSaTec® – Vacuum Sanitärtechnik GmbH & Co. KG

Salzmannstraße 56a | 48147 Münster
Thomas Deipenbrock
Tel.: +49 251 92456236
thomas.deipenbrock@vacusatec.com

Forschungsverbund KURAS

PROJEKTKOORDINATION

Technische Universität Berlin
FG Fluidsystemdynamik, Sekr. K2
Straße des 17. Juni 135 | 10623 Berlin
Prof. Dr.-Ing. Paul Uwe Thamsen
Tel.: +49 30 314 25262
paul-uwe.thamsen@tu-berlin.de

KWB Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

Cicerostraße 24 | 10709 Berlin
Dr. Andreas Matzinger
Tel.: +49 30 53653 824
andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

FORSCHUNGSPARTNER

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH

Zimmerstraße 13–15 | 10969 Berlin
Dr. Darla Nickel
Tel.: +49 30 39007 207
nickel@difu.de

Freie Universität Berlin

AB Hydrogeologie
Malteserstraße 74–100 | 12249 Berlin
Dr. Andreas Winkler
Tel.: +49 30 83870 614
rnlab@zedat.fu-berlin.de

Hochschule Neubrandenburg

Brodaer Straße 2 | 17033 Neubrandenburg
Prof. Dr. Manfred Köhler
Tel.: +49 395 5693 4001
koehler@hs-nb.de

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Werner-Heisenberg-Straße 1 | 39106 Magdeburg
Dr. Jens Alex
Tel.: +49 391 9901 469
jens.alex@ifak.eu

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH

Moritzstraße 26 | 45476 Mülheim an der Ruhr
Andreas Hein
Tel.: +49 208 40303 340
a.hein@iww-online.de

Leibniz Universität Hannover

Institut für Meteorologie und Klimatologie
Herrenhäuser Straße 2 | 30419 Hannover
Prof. Dr. Günter Gross
Tel.: +49 511 762 5408
gross@muk.uni-hannover.de



Technische Universität Kaiserslautern

FG Siedlungswasserwirtschaft
Paul-Ehrlich-Straße | 67663 Kaiserslautern
Prof. Dr. Theo Schmitt
Tel.: +49 631 205 2946
theo.schmitt@bauing.uni-kl.de

Umweltbundesamt

Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene –
Versuchsfeld Marienfelde
Schichauweg 58 | 12307 Berlin
Dr. Hartmut Bartel
Tel.: +49 30 8903 4156
hartmut.bartel@uba.de

PRAXISPARTNER

Atelier Dreiseitl GmbH

Nußdorfer Straße 9 | 88662 Überlingen
Gerhard Hauber
Tel.: +49 7551 9288 31
gerhard.hauber@dreiseitl.com

Berliner Wasserbetriebe

Forschung und Entwicklung
Cicerostraße 24 | 10709 Berlin
Jan Waschnewski
Tel.: +49 30 8644 2438
jan.waschnewski@bwb.de

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a | 30161 Hannover
Dr. Björn Beermann
Tel.: +49 351 2199 3939
beermann@geo-net.de

Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH

Rennbahnallee 109a | 15366 Hoppegarten
Prof. Dr. Heiko Sieker
Tel.: +49 3342 3595 0
h.sieker@sieker.de

ASSOZIIERTE PARTNER

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin

Abteilung ZF, Ministerielle Grundsatzangelegenheiten
Württembergische Straße 6 | 10707 Berlin
Brigitte Reichmann
Tel.: +49 30 90139 4322
Fax: +49 30 90139 4291
brigitte.reichmann@senstadtum.berlin.de

Forschungsverbund NaCoSi

PROJEKTKOORDINATION

Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR

FG Wasserversorgung und Grundwasserschutz
Franziska-Braun-Straße 7 | 64287 Darmstadt

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban
Tel.: +49 6151 16 3939
w.urban@iwar.tu-darmstadt.de

Dr. Alexander Sonnenburg
Tel.: +49 6151 16 3447
a.sonnenburg@iwar.tu-darmstadt.de

FORSCHUNGSPARTNER

aquabench GmbH

Ferdinandstraße 6 | 20095 Hamburg
Kay Möller
Tel.: +49 040 47 11 24 25
k.moeller@aquabench.de

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

Hamburger Allee 45 | 60486 Frankfurt am Main
Dr. Alexandra Lux
Tel.: +49 69 70 69 19 27
lux@isoe.de

Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR

FG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
Franziska-Braun-Straße 7 | 64287 Darmstadt
Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek
Tel.: +49 6151 163141
l.schebek@iwar.tu-darmstadt.de

Universität der Bundeswehr München

Professur Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik
Werner-Heisenberg-Weg 39 | 85577 Neubiberg
Prof. Dr.-Ing. F. Wolfgang Günthert
Tel.: +49 89 6004 3484/2156
wolfgang.guenthert@unibw.de

Universität Leipzig

Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement
Grimmaische Straße 12 | 04109 Leipzig
Prof. Dr.-Ing. Robert Holländer
Tel.: +49 0341 97 33871
hollaender@wifa.uni-leipzig.de

Forschungsverbund NAWAK

PROJEKTKOORDINATION

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

Theodor-Heuss-Straße 4 | 38122 Braunschweig

Dr. Jens Wolf

Tel.: +49 531 8012 228

jens.wolf@grs.de

FORSCHUNGSPARTNER

Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik

Stilleweg 2 | 30655 Hannover

Dr. Helga Wiederhold

Tel.: +49 511 643 3520

helga.wiederhold@liag-hannover.de

Technische Universität Braunschweig

Leichtweiß-Institut für Wasserbau

Abteilung für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz

Beethovenstraße 51a | 38106 Braunschweig

Prof. Dr. rer. nat. H. M. Schöniger

Tel.: +49 531 391 7129

m.schoeniger@tu-bs.de

PRAXISPARTNER

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,

Küsten- und Naturschutz

Betriebsstelle Aurich

Oldersumer Straße 48 | 26603 Aurich

Dieter de Vries

Tel.: +49 4941 176 157

dieter.devries@nlwkn-aur.niedersachsen.de

Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband

Georgstraße 4 | 26919 Brake

Egon Harms

Tel.: +49 4401 916 3380

harms@oowv.de

ASSOZIIERTE PARTNER

Heidewasser GmbH

An der Steinkuhle 2 | 39128 Magdeburg

Bernd Wienig

Tel.: +49 391 289680

b.wienig@heidewasser.de

UNTERAUFTRAGNEHMER

Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH (ARSU)

Escherweg 1 | 26121 Oldenburg

Prof. Dr. U. Scheele

Tel.: +49 441 9717496

scheele@arsu.de

Küste und Raum – Ahlhorn & Meyerdirks GbR

Heidebergstr. 82 | 26316 Varel

Dr. Frank Ahlhorn

Tel.: +49 4451 808683

frank.ahlhorn@kueste-und-raum.de

Forschungsverbund netWORKS 3

PROJEKTKOORDINATION

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

Hamburger Allee 45 | 60486 Frankfurt am Main

Dr.-Ing. Martina Winker

Tel.: +49 69 7076919 53

winker@isoe.de

FORSCHUNGSPARTNER

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH

Zimmerstraße 13–15 | 10969 Berlin

Jens Libbe

Tel.: +49 30 39001 115

libbe@difu.de

Technische Universität Berlin

FG Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik

Bereich Infrastrukturökonomie und -management

Straße des 17. Juni 135 | 10623 Berlin

Prof. Dr. Thorsten Beckers

Tel.: +49 30 314 23243

tb@wip.tu-berlin.de

PRAXISPARTNER

ABG FRANKFURT HOLDING

Wohnungsbau- und Beteiligungsgesellschaft mbH

Elbestraße 48 | 60329 Frankfurt am Main

Frank Junker

Tel.: +49 69 2608 276

f.junker@abg-fh.de

ABGnova GmbH

Ginnheimer Straße 48 | 60487 Frankfurt am Main

Sabine Kunkel

Tel.: +49 69 21384 104

s.kunkel@abgnova.de

Hamburger Stadtentwässerung AöR

Billhorner Deich 2 | 20539 Hamburg

Dr. Kim Augustin

Tel.: +49 40 7888 82600

kim.augustin@hamburgwasser.de



Forschungsverbund nidA200

PROJEKTKOORDINATION

LimnoSun GmbH

Eickhorster Str. 3 | 32479 Hille
Dr. Niels Christian Holm
Tel.: +49 5703 5155423
holm@limnosun.de

FORSCHUNGSPARTNER

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Werner-Heisenberg-Straße 1 | 39106 Magdeburg
Dr. Jens Alex
Tel.: +49 391 9901 469
jens.alex@ifak.eu

Institut für Hygiene und Umwelt

Abteilung Medizinische Mikrobiologie
Marckmannstraße 129a | 20539 Hamburg
Prof. Peter Roggentin
Tel.: +49 4042845 7217
peter.roggentin@hu.hamburg.de

PRAXISPARTNER

Gemeinde Hille

Am Rathaus 4 | 32479 Hille
Lothar Riechmann
Tel.: +49 571 4044215
l.riechmann@hille.de

Forschungsverbund NoNitriNox

PROJEKTKOORDINATION

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Werner-Heisenberg-Straße 1 | 39106 Magdeburg
Dr. Jens Alex
Tel.: +49 391 9901 469
jens.alex@ifak.eu

FORSCHUNGSPARTNER

Universität Stuttgart

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und
Abfallwirtschaft
Bandtäle 2 | 70569 Stuttgart
Prof. Dr. Heidrun Steinmetz
Tel.: +49 711 685 63723
Heidrun.Steinmetz@iswa.uni-stuttgart.de

PRAXISPARTNER

Abwasserverband Steinlach-Wiesaz

Langer Wasen 9 | 72144 Dußlingen
Hannes Miehle
Tel.: +49 7071 795288 12
av-steinlach-wiesaz@t-online.de

Stadt Pforzheim – Eigenbetrieb Stadtentwässerung Pforzheim

Abteilung 4 – Betrieb
75158 Pforzheim | Wolfgang Körber
Tel.: +49 7231 392465
wolfgang.koerber@stadt-pforzheim.de

Weber-Ingenieure GmbH

Bauschlotter Straße 62 | 75177 Pforzheim
Dr.-Ing. Peter Baumann
Tel.: +49 7231 583273
peter.baumann@weber-ing.de

Forschungsverbund ROOF WATER-FARM

PROJEKTKOORDINATION

Technische Universität Berlin

Projektleitung:
Institut für Stadt- und Regionalplanung
FG Städtebau und Siedlungswesen, Sekr. B9
Hardenbergstraße 40 A | 10623 Berlin
Prof. Dr.-Ing. Angela Million (geb. Uttke)
Tel.: +49 30 314 28101
a.million@isr.tu-berlin.de

Projektmanagement:

Zentraleinrichtung Wissenschaftliche Weiterbildung und
Kooperation, kubus, Sekr. FH10-1
Fraunhofer Straße 33–36 | 10587 Berlin
Dipl.-Ing. Gisela Prystav
Tel.: +49 30 314 24617
gisela.prystav@tu-berlin.de

FORSCHUNGSPARTNER

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)

Osterfelder Straße 3 | 46047 Oberhausen
Dr.-Ing. Ilka Gehrke
Tel.: +49 208 8598 1260
ilka.gehrke@umsicht.fraunhofer.de

inter 3 GmbH – Institut für Ressourcenmanagement

Otto-Suhr-Allee 59 | 10585 Berlin
Dr. Susanne Schön
Tel.: +49 30 3434 7452
schoen@inter3.de

PRAXISPARTNER**TERRA URBANA Umlandentwicklungsgesellschaft mbH**

Bahnhofstraße 36 | 15806 Zossen
Dr. rer. nat. Jens Dautz
Tel.: +49 3377 3300266
jdautz@terraurbana.de

ASSOZIIERTE PARTNER**Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt**

Abteilung ZF-Ministerielle Angelegenheiten des Bauwesens
Württembergische Str. 6 | 10707 Berlin
Dipl.-Ing. Brigitte Reichmann
Tel.: +49 30 90139 4322
brigitte.reichmann@senstadtum.berlin.de

UNTERAUFTRAGNEHMER**Nolde & Partner**

Innovative Wasserkonzepte
Marienburger Straße 31A | 10405 Berlin
Dipl.-Ing. Erwin Nolde
Tel.: +49 30 4660 1751
erwin.nolde@t-online.de

Forschungsverbund SAMUWA

PROJEKTKOORDINATION**Universität Stuttgart**

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und
Abfallwirtschaft
Bandtäle 2 | 70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Ulrich Dittmer
Tel.: +49 711 685 69350
ulrich.dittmer@iswa.uni-stuttgart.de

Dr.-Ing. Birgit Schlichtig
Tel.: +49 711 685 65422
birgit.schlichtig@iswa.uni-stuttgart.de

FORSCHUNGSPARTNER**Bergische Universität Wuppertal**

FB Architektur
Lehrstuhl Städtebau
Pauluskirchstraße 7 | 42285 Wuppertal
Prof. Dr.-Ing. Tanja Siems
Tel.: +49 202 439 4262
siems@uni-wuppertal.de

Fachhochschule Münster

Institut für Wasser, Ressourcen, Umwelt
Johann-Krane-Weg 25 | 48149 Münster
Prof. Dr. Mathias Uhl
Tel.: +49 251 83 65201
uhl@fh-muenster.de

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Werner-Heisenberg-Straße 1 | 39106 Magdeburg
Dr. Manfred Schütze
Tel.: +49 391 9901 470
manfred.schuetze@ifak.eu

Universität Stuttgart

Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
Keplerstraße 11 | 70174 Stuttgart
Prof. Dipl.-Ing. Antje Stokman
Tel.: +49 711 685 83380
as@ilpoe.uni-stuttgart.de

Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

Pfaffenwaldring 61 | 70569 Stuttgart
Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. András Bárdossy
Tel.: +49 711 685 64679
Astrid.lemp@iws.uni-stuttgart.de

PRAXISPARTNER**aqua_plan Ingenieurgesellschaft für Problemlösungen in
Hydrologie und Umweltschutz mbH**

Amyastraße 126 | 52066 Aachen
Dipl.-Ing. Gerhard Langstädtler
Tel.: +49 241 40070 10
gl@aquaplan.de

Dr. Pecher AG

Klinkerweg 5 | 40699 Erkrath
Dr. Holger Hoppe
Tel.: +49 2104 9396 95
holger.hoppe@pecher.de

Emschergenossenschaft/Lippeverband

Kronprinzenstraße 24 | 45128 Essen
Dr. Jürgen Mang
Tel.: +49 201 104 3234
mang.juergen@eglv.de



InfraConsult Gesellschaft für Infrastrukturplanung mbH

Schaiblestraße 1 | 70499 Stuttgart
Dipl.-Ing. Ulrich Haas
Tel.: +49 711 882287 1
ulrich.haas@infraconsult.de

Stadt Münster

Tiefbauamt
Stadthaus 3 | 48155 Münster
Michael Grimm
Tel.: +49 251 492 660
Grimm@stadt-muenster.de

Stadtentwässerung Reutlingen

Marktplatz 22 | 72764 Reutlingen
Arno Valin
Tel.: +49 7121 303 2575
arno.valin@reutlingen.de

WSW Energie & Wasser AG

Bromberger Straße 39–41 | 42281 Wuppertal
Dipl.-Ing. Udo Lauersdorf
Tel.: +49 202 569 4466
udo.lauersdorf@wsw-online.de

Forschungsverbund SinOptiKom

PROJEKTKOORDINATION

Technische Universität Kaiserslautern
FG Siedlungswasserwirtschaft
Postfach 3049 | 67653 Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Theo G. Schmitt
Tel.: +49 631 205 2946
theo.schmitt@bauing.uni-kl.de

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Inka Kaufmann Alves
Tel.: +49 631 205 4642
inka.kaufmann_alves@bauing.uni-kl.de

FORSCHUNGSPARTNER

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software
Engineering (IESE)
Fraunhofer-Platz 1 | 67663 Kaiserslautern
Prof. Dr. Peter Liggesmeyer
Tel.: +49 631 6800 1601
peter.liggesmeyer@iese.fraunhofer.de

PRAXISPARTNER

**FIRU mbH – Forschungs- und Informations-Gesellschaft für
Fach- und Rechtsfragen der Raum- und Umweltplanung**

Bahnhofstraße 22 | 67655 Kaiserslautern
Dipl.-Ing. Sabine Herz
Tel.: +49 631 36245 23
s.herz@firu-mbh.de

igr AG

Luitpoldstraße 60a | 67806 Rockenhausen
Dipl.-Ing. Michael Marques Alves
Tel.: +49 6361 919 171
m.marquesalves@igr.de

**Mittelrheinische Treuhand GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Steuerberatungsgesellschaft**

Hohenzollernstraße 104–108 | 56068 Koblenz
Dipl.-Math. oec. Dr. Harald Breitenbach
Tel.: +49 261 303 1268
breitenbach@m-treuhand.de

Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn

Hauptstraße 18 | 67677 Enkenbach-Alsenborn
Wolfgang Schneider
Tel.: +49 6303 913 126
wolfgang.schneider@enkenbach-alsenborn.de

Verbandsgemeinde Rockenhausen

Bezirksamtsstraße 7 | 67806 Rockenhausen
Bernhard Persohn
Tel.: +49 6361 9242 41
bernhard.persohn@rockenhausen.de

Forschungsverbund SYNOPSE

PROJEKTKOORDINATION

Leibniz Universität Hannover
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen
Wasserbau
Appelstraße 9a | 30167 Hannover

Prof. U. Haberlandt
Tel.: +49 511 762 2237
haberlandt@iww.uni-hannover.de

Dr.-Ing. Sven van der Heijden
Tel.: +49 511 762 2227
vdheijden@iww.uni-hannover.de

FORSCHUNGSPARTNER

Universität Augsburg

Institut für Geographie
Lehrstuhl für Regionales Klima und Hydrologie
Universitätsstraße 10 | 86159 Augsburg
Prof. H. Kunstmann
Tel.: +49 821 598 2298
harald.kunstmann@kit.edu

Universität Stuttgart

Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung
Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie
Pfaffenwaldring 61 | 70569 Stuttgart
Prof. A. Bárdossy
Tel.: +49 711 685 64663
Andras.Bardossy@iws.uni-stuttgart.de

PRAXISPARTNER

Dr.-Ing. Pecher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH

Marienfelder Allee 135 | 12277 Berlin
Dipl.-Ing. K.-J. Sympher
Tel.: +49 30 75659 68 0
Klaus.sympher@pecherundpartner.de

Hamburger Stadtentwässerung AöR

Billhorner Deich 2 | 20539 Hamburg
Dipl.-Ing. A. Kuchenbecker
Tel.: +49 40 7888 0
andreas.kuchenbecker@hamburgwasser.de

Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH

Engelbosteler Damm 22 | 30167 Hannover
Dr. L. Fuchs
Tel.: +49 511 97193 21
l.fuchs@itwh.de

Stadtentwässerung Braunschweig GmbH

Taubenstraße 7 | 38106 Braunschweig
Dipl.-Ing. C. Mesek
Tel.: +49 531 383 45 000
Christine.mesek@se-bs.de

Dr.-Ing. Harald Hiessl

Tel.: +49 721 6809 200
harald.hiessl@isi.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Thomas Hillenbrand

Tel.: +49 721 6809 119
t.hillenbrand@isi.fraunhofer.de

FORSCHUNGSPARTNER

Bauhaus-Universität Weimar

Professur Siedlungswasserwirtschaft
Coudraystraße 7 | 99423 Weimar
Prof. Dr.-Ing. Jörg Londong
Tel.: +49 3643 584615
joerg.londong@uni-weimar.de

Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen

Marienstraße 7a | 99423 Weimar
Dipl.-Ing. Ilka Nyga
Tel.: +49 3643 584591
ilka.nyga@uni-weimar.de

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH (ILS)

Brüderweg 22–24 | 44135 Dortmund
Martin Schulwitz
Tel.: +49 231 9051 215
martin.schulwitz@ils-forschung.de

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser- forschung gGmbH

Justus-von-Liebig-Straße 10 | 64584 Biebesheim am Rhein
Dr.-Ing. Christian Sorge
Tel.: +49 208 40303 610
c.sorge@iww-online.de

Universität Stuttgart

Lehrstuhl Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling
Bandtäle 2 | 70569 Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz
Tel.: +49 711 685 63723
heidrun.steinmetz@iswa.uni-stuttgart.de

Dipl.-Ing. Ralf Minke

Tel.: +49 711 685 65423
ralf.minke@iswa.uni-stuttgart.de

Forschungsverbund TWIST++

PROJEKTKOORDINATION

Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe

PRAXISPARTNER

Abwasserzweckverband Nordkreis Weimar

Markt 2 | 99439 Buttstedt
Georg Scheide
Tel.: +49 36451 738788
anw.nordkreis-weimar@t-online.de



CURRENTA GmbH & Co. OHG

Kaiser-Wilhelm-Allee
51368 Leverkusen | Karl-Heinz Stuerznickel
Tel.: +49 214 30 31945
karl-heinz.stuerznickel@currenta.de

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser
und Abfall e.V. (DWA)**

Theodor-Heuss-Allee 17 | 53773 Hennef
Dr. Christian Wilhelm
Tel.: +49 2242 872 165
wilhelm@dwa.de

HST Systemtechnik GmbH & Co. KG

Sophienweg 3 | 59872 Meschede
Dipl.-Ing. Günther Müller-Czygan
Tel.: +49 291 9929 44
g.mueller@systemtechnik.net

Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen AöR

Borker Straße 56–58 | 44534 Lünen
Claus Externbrink
Tel.: +49 2306 9104 2
Claus.Externbrink@sal-abwasser.de

takomat GmbH

Neptunplatz 6b | 50823 Köln
Daniel Schwarz
Tel.: +49 221 5847 9726
dan@takomat.com

tandler.com GmbH

Am Griesberg 25–27 | 84172 Buch am Erbach
Gerald Angermair
Tel.: +49 8709 94041
angermair@tandler.com

Wupperverband

Untere Lichtenplatzer Straße 100 | 42289 Wuppertal
Dipl.-Ing. Karl-Heiz Spies
Tel.: +49 202 583 260
Sps@Wupperverband.de

3S Consult GmbH

Schillerplatz 2 | 01309 Dresden
Ingo Kropp
Tel.: +49 351 48245 31
kropp@3sconsult.de

INISnet

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH
Zimmerstr. 13–15 | 10969 Berlin

Jens Libbe
Tel.: +49 30 39001 115
libbe@difu.de

Dr.-Ing. Darla Nickel
Tel.: +49 30 39001 207
nickel@difu.de

Dr. Stephanie Bock
Tel.: +49 30 39001189
bock@difu.de

DVGW-Forschungsstelle TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg
Am Schwarzenberg-Campus 3 | 21073 Hamburg
Margarethe Langer
Tel.: +49 40 42878 3914
margarethe.langer@tuhh.de

**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser
und Abfall e.V.**

Theodor-Heuss-Allee 17 | 53773 Hennef
Dr. Christian Wilhelm
Tel.: +49 2242 872 165
wilhelm@dwa.de

Impressum

Herausgeber:

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin

Redaktion:

Vernetzungs- und Transfervorhaben für die BMBF-Bekanntmachung „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS)

Fotonachweise

Cover (v.l.n.r.):

Luftbild Bonn/bilderbuch-bonn.de, Pixler/Fotalia.com, igr AG
DenGuy/iStockphoto.com, ROOF WATER-FARM, BUW, matsue/iStockphoto.com
Institut für Hygiene und Umwelt, HAMBURG WASSER, D. Karthe

Innenteil:

Andreas Hoffmann (S. 8), DWA (S. 36)
Urheber der übrigen Abbildungen sind die jeweiligen Verbundprojekte, soweit nicht anders angegeben.

Grafisches Konzept und Layout:

Nicole Rabe, www.grafikrabe.de

Druck:

AZ Druck und Datentechnik GmbH, Berlin

Bezug über:

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Zimmerstraße 13–15, 10969 Berlin

Download:

www.bmbf.nawam-inis.de
www.fona.de/de/9847

Beiträge:

Koordinatorinnen und Koordinatoren der INIS-Verbundprojekte, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Vernetzungs- und Transfervorhabens INISnet

Ansprechpartner beim BMBF:

Dr. Helmut Löwe – Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat 724 – Ressourcen und Nachhaltigkeit, 53170 Bonn
Tel.: +49 228 9957-2110
helmut.loewe@bmbf.bund.de

Ansprechpartner beim Projektträger:

Dr. Reinhard Marth – Projektträgerschaft Ressourcen und Nachhaltigkeit
Projektträger Jülich, Geschäftsbereich Nachhaltigkeit
Forschungszentrum Jülich GmbH
Zimmerstraße 26–27, 10969 Berlin
Tel.: +49 30 20199-3177
r.marth@fz-juelich.de

Berlin, März 2015
2. Auflage – 1.000 Stück

