

# DStGB DOKUMENTATION N° 139

## Wasser, Abwasser, Energie – Übergreifende Lösungen und Modellvorhaben zur Integration der Infrastrukturen



Ergebnisse und  
Erkenntnisse aus der BMBF-  
Fördermaßnahme INIS



**DStGB**  
Deutscher Städte-  
und Gemeindebund  
[www.dstgb.de](http://www.dstgb.de)



Deutsches Institut  
für Urbanistik

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**FONA**  
Nachhaltiges  
Wassermanagement  
BMBF

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| Vorwort des Deutschen Städte- und Gemeindebundes                  | 3  | 3.2 Entscheiden und Kommunizieren: Mit Komplexität umgehen  | 15 |
| 1 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung unter Veränderungsdruck | 4  | Projektbeispiel „NaCoSi“  | 15 |
| 2 Die BMBF-Fördermaßnahme INIS                                    | 7  | Projektbeispiel „SinOptiKom“  | 17 |
| 2.1 INIS – Teil eines größeren Ganzen                             | 7  | 3.3 Von der Wissenschaft in die Praxis: Modellvorhaben zur Integration von Wasser, Abwasser und Energie | 18 |
| 2.2 Themen und Projekte im Überblick                              | 7  | Projektbeispiel „KREIS“   | 19 |
| 2.3 Gezielte Verbreitung der INIS-Ergebnisse                      | 8  | Projektbeispiel „netWORKS 3“  | 20 |
| 3 Sektorübergreifende Lösungen                                    | 10 | 4 Übersicht aller INIS-Projekte nach Themenschwerpunkten  | 22 |
| 3.1 Erschließen ungenutzter Potenziale                            | 10 |   |    |
| Projektbeispiel „NoNitriNox“                                      | 10 |   |    |
| Projektbeispiel „ROOF WATER-FARM“                                 | 12 |   |    |
| Projektbeispiel „TWIST++“   | 13 |   |    |

## Impressum

### Herausgeber:

Deutscher Städte- und Gemeindebund (DStGB) und Deutsches Institut für Urbanistik (Difu)

### Texte:

Dr. Stephanie Bock (Difu), Dr. Darla Nickel (Difu), Margarethe Langer (DVGW), Dr. Christian Wilhelm (DWA). Die Projektdarstellungen in Kapitel 3 wurden von den jeweiligen Projektbearbeiterinnen und -bearbeitern zur Verfügung gestellt.

### Redaktion:

Klaus-Dieter Beißwenger (Difu)

### Gestaltung und Satz:

WINKLER & STENZEL GmbH, Burgwedel

### Verantwortlich für den Deutschen Städte- und Gemeindebund:

Referatsleiter Bernd Düsterdiek

### Verantwortlich für das Deutsche Institut für Urbanistik:

Dr. Stephanie Bock, Dr. Darla Nickel

Diese Broschüre erscheint im Rahmen des Vorhabens „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Herausgebern.

### Bildnachweis:

Stephanie Bock (Titel rechts, S. 4 oben, S. 18); DStGB (S. 3); Pixabay (S. 4 unten, S. 5 links, S. 6, S. 15, S. 17 links); istock.com/matsou (S. 5 rechts); Difu (S. 7, S. 8 links); David Ausserhofer (Titel links, S. 8 rechts, S. 9, S. 19 links); Projekt NoNitriNox (S. 10, S. 11); Tim Nebert (S. 12); Fraunhofer ISI (S. 14 oben); TAKOMAT GmbH (S. 14 unten); aquabench GmbH (S. 16); TU Kaiserslautern, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft (S. 17 rechts); Bauhaus-Universität Weimar, Grafik: Steffen Heimbürge, werkpost (S. 19 rechts); ABG FRANKFURT HOLDING, modifiziert (S. 20); Maic Verbücheln (S. 21).

Berlin, Oktober 2016

# Vorwort des Deutschen Städte- und Gemeindebundes



Dr. Gerd Landsberg,  
Hauptgeschäftsführer  
des Deutschen Städte-  
und Gemeindebundes

Wasser, Abwasser, Energie –

Übergreifende Lösungen und Modellvorhaben zur Integration der Infrastrukturen.  
Ergebnisse und Erkenntnisse aus der BMBF-Fördermaßnahme INIS

Die kommunale Wasserwirtschaft ist in Deutschland ein unverzichtbarer Bestandteil der Daseinsvorsorge. Wasserversorgung und Abwasserentsorgung befinden sich im europäischen und weltweiten Vergleich auf einem hohen Stand. Ihre Infrastrukturen stellen ein großes Anlagenvermögen dar, dessen Erhalt und Erneuerung erheblicher Aufwendungen bedarf. Jährlich werden bis zu sieben Milliarden Euro in Anlagen und Netze investiert. Mit Blick auf die aktuellen Netzerneuerungsraten ist davon auszugehen, dass der eigentliche Investitionsbedarf aber noch viel höher liegt. Parallelen zum Investitionsstau bei Straßen, Brücken und Schienennetzen liegen auf der Hand, auch wenn die Erneuerungsbedarfe der Wasserwirtschaft viel seltener wahrgenommen werden, da ihre Einrichtungen größtenteils unter der Erde und hinter den Wänden verborgen liegen und damit unsichtbar sind.

Daneben sind weitere Veränderungen erforderlich, die sich aus dem Klimawandel, den demografischen Veränderungen, der wachsenden Menge an Spurenstoffen im Wasser und auch der Energiewende ergeben. Überflutungen und gewässerschädliche Mischwasserüberläufe infolge von überlasteten Kanälen bei Starkregen sind heute bereits weitverbreitete und ernsthafte Probleme. Wasserarme Regionen hingegen kämpfen mit saisonalen Knappheitsproblemen. Andernorts führt eine sinkende Wassernachfrage, zum Beispiel aufgrund abnehmender Bevölkerungszahlen, zu Unterauslastungen von Netzen und Anlagen. Die zunehmende Belastung von Gewässern mit anthropogenen Spurenstoffen wie Arzneimitteln, Industriechemikalien oder Pflanzenschutzmitteln stellt zudem gesteigerte Anforderungen an die Behandlungsverfahren für Trinkwasser und Abwasser.

Technische Innovationen, unterstützende Instrumente und beispielhafte Wege, wie sich Städte und Gemeinden und die kommunalen Aufgabenträger besser für den Umbau der Wasserinfrastrukturen wappnen können, wurden von 2013 bis 2016 im Rahmen der Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) entwickelt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedlicher Fachdisziplinen arbeiteten gemeinsam mit Vertretern aus Kommunen, Ver- und Entsorgungsbetrieben, Planungs- und Ingenieurbüros an passgenauen und anwendungsfreundlichen Lösungen für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft in unseren Städten und Gemeinden.

Die vorliegende Dokumentation stellt ausgewählte Ergebnisse für übergreifende Lösungen für die Integration der Infrastrukturen Wasser, Abwasser und Energie vor. Es werden technische Innovationen, Werkzeuge und Hinweise für die praktische Umsetzung aufgezeigt. Die Dokumentation ist damit eine wertvolle Hilfestellung für die kommunale Praxis.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. Landsberg', written in a cursive style.

Ihr Dr. Gerd Landsberg

# 1 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung unter Veränderungsdruck

Die Siedlungswasserwirtschaft ist in einem hochurbanisierten und industrialisierten Land wie Deutschland ein essenzieller Teil der Daseinsvorsorge. Die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft sorgen nicht nur für die sichere Versorgung mit Trinkwasser und für hygienische Verhältnisse, sondern dienen auch der Überflutungsvorsorge und dem allgemeinen Schutz der Gewässer. Sie tragen maßgeblich zur Gesundheitsvorsorge und zum Umweltschutz bei und sind so ein Standbein des Wohlstands.

Für Verbraucherinnen und Verbraucher sind diese Leistungen selbstverständlich. Jede und jeder dreht mehrfach am Tag den Wasserhahn auf, ohne mit der dahinterliegenden Infrastruktur vertraut zu sein. Denn diese Infrastruktur – Leitungen, Kanalisation, Pumpstationen und Aufbereitungsanlagen – liegt gut versteckt in der Hauswand, im Erdreich oder am Stadtrand. Der Aufwand von Wasserversorgung und Abwasserentsorgung bleibt buchstäblich verborgen, ganz im Gegensatz etwa zum sichtbaren Straßennetz. Oft sind den Nutzenden nicht einmal die eigenen jährlichen Ausgaben für die Versorgung und Entsorgung von Wasser bekannt.

Dabei gilt: Die Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft sind ein über Jahrzehnte aufgebautes und milliardenschweres Anlagevermögen und eine der größten Haushaltspositionen in den kommunalen Haushaltsplänen. Und sie stehen zurzeit unter einem großen Veränderungsdruck. Vorangetrieben durch aktuelle Veränderungen – etwa demografischer Wandel, Energiewende, Verknappung von Ressourcen, Umweltverschmutzung und allen voran der Klimawandel – werden in den kommenden Jahrzehnten mitunter weitreichende Anpassungen der Wasserinfrastrukturen notwendig werden. Vorrangiges Ziel muss dabei sein, nachhaltige Versorgung zu bezahlbaren Preisen zu sichern.

**Die Bevölkerungszahl nimmt ab – besonders im ländlichen Raum**  
Stichwort demografischer Wandel: Selbst bei stärkerer Zuwanderung prognostiziert das Statistische Bundesamt eine Abnahme der heutigen Gesamtbevölkerung um rund zehn Prozent bis zum Jahr 2060. Die östlichen Bundesländer werden am stärksten von dem Bevölkerungsrückgang betroffen sein. Dort könnte sich die Bevölkerungszahl zum Teil um mehr als ein Drittel verringern. Effizienz und Betriebssicherheit der technischen Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft hängen maßgeblich von der Bevölkerungsdichte und der damit verbundenen Nachfrage ab. Wandern die Menschen ab, müssen die hohen Investitionskosten auf immer weniger Köpfe verteilt werden – mit der Folge, dass die Kosten steigen. Dies erfordert besonders in ländlichen Regionen erhebliche Anpassungen der Infrastrukturen, von Rückbau bis zu stärker dezentralen Lösungen.



Herausforderung Demografischer Wandel

## Die Energiewende hat die Siedlungswasserwirtschaft erreicht

Deutschland hat sich mit der Verpflichtung zur Energiewende hohe Ziele mit Blick auf erneuerbare Energien und Energieeffizienz gesetzt. Wasser über weite Entfernungen zu transportieren, dabei den erforderlichen Leitungsdruck aufrechtzuerhalten, Trink- und Abwasser aufzubereiten – all dies benötigt neben Know-how und Technologie vor allem Eines: große Mengen an Energie. Im Gegenzug sind Abwasser und die bei seinem Aufbereiten anfallenden Klärschlämme eine ergiebige Energiequelle. Für die Steigerung der Energieeffizienz und die Nutzung vorhandener Energiepotenziale gibt es zum Teil schon bewährte Lösungen; sie müssten jedoch verstärkt umgesetzt werden. Ein Beispiel ist die energieautarke Kläranlage. An anderer Stelle, etwa der Nutzung der im Abwasser enthaltenen Wärme, fehlen noch umsetzbare Gesamtkonzepte.



Die Energiewende hat Konsequenzen für die Siedlungswasserwirtschaft

### Die Umwelt- und Qualitätsanforderungen sind hoch – und steigen weiter

Die flächendeckende Belastung von Grund- und Oberflächengewässern mit Nährstoffen und anthropogenen (anthropogen = von Menschen verursacht) Spurenstoffen wie Arzneimitteln, Industriechemikalien und Pflanzenschutzmitteln nimmt zu. Dies lässt die ohnehin schon hohen Anforderungen an die Behandlung von Abwässern und an die Entsorgung der Klärschlämme steigen. Zugleich gefährden diese Belastungen die Trinkwasserressourcen. Die Notwendigkeit einer „4. Reinigungsstufe“ – einer Palette von Verfahren, die jeweils zur Entfernung unterschiedlicher Verunreinigungen eingesetzt werden können – wird intensiv diskutiert. Doch die erheblichen Kosten und der hohe Energiebedarf lassen viele Betreiber – vor allem mittlere und kleine Unternehmen der Branche – zurückschrecken. Der Ruf nach Lösungsansätzen, die die Ursachen bekämpfen, wird lauter. Zudem steht ein deutschlandweites Verbot des landwirtschaftlichen Ausbringens von Klärschlamm zur Diskussion, so dass über kurz oder lang Alternativen gefunden werden müssen.



Steigende Belastung des Wassers mit Arzneimittelrückständen

### Der Klimawandel in Deutschland bedeutet: wärmer, nasser und extremer

Der Klimawandel bedeutet hierzulande: Die Temperaturen steigen, und Extremwetterlagen mit Hitzewellen, Dürreperioden und vor allem Starkregen nehmen zu. Letzterer kann die Kanalisation überlasten und zu Überflutungen sowie gewässerschädigenden Kanalüberläufen oder Kanalentlastungen führen. Solche Ereignisse werden verstärkt von den Medien aufgegriffen und zu einem Politikum gemacht. Dem Ausbau der Kanalisation sind indes Grenzen gesetzt – aus finanziellen Gründen und wegen beschränkter räumlicher Erweiterungsmöglichkeiten. Zunehmend werden Maßnahmen zum Regenwasserrückhalt in der Fläche umgesetzt. Sie konkurrieren mit einer Vielzahl weiterer Nutzungsmöglichkeiten um den begrenzten städtischen Raum. Dürren wirken sich in Teilen Deutschlands gleich mehrfach negativ aus: Sie beeinträchtigen das Abflussverhalten der Flüsse, die Gewässerqualität sowie die Qualität und Verfügbarkeit von Trinkwasser.



Die Folgen des Klimawandels sind überall zu bewältigen

### Die Anpassung der Siedlungswasserwirtschaft ist eine regionale Aufgabe

Die hier nur skizzierten Herausforderungen machen bereits deutlich: Weitere Schritte zur Anpassung von Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind notwendig, um die Leistungsfähigkeit dieser Infrastrukturen langfristig zu erhalten. Die Folgen der Herausforderungen und die Geschwindigkeit, mit der sich die Rahmenbedingungen verändern, unterscheiden sich von Region zu Region. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Veränderungen nicht mit Sicherheit vorhersagen lassen. Gefragt sind deshalb Maßnahmen, die an die spezifischen Herausforderungen vor Ort angepasst sind und die Unsicherheiten mit ins Kalkül ziehen. Nicht eine „One-size-fits-all“-Lösung, sondern ein Ausdifferenzieren der Systeme steht ins Haus. Dies wiederum heißt konkret: Die Komplexität der Aufgabe nimmt zu.

### Städte und Gemeinden sind von zentraler Bedeutung, aber nicht nur auf sich allein gestellt

Bei der Anpassung und Weiterentwicklung der urbanen Wasserinfrastrukturen kommt den Städten und Gemeinden als Aufgabenträgern der Daseinsvorsorge eine zentrale Rolle zu. Sie sind mit den realen Problemen besonders vertraut. Sie kennen die lokalen Bedingungen, können Risiken und Chancen vor Ort am besten

bewerten und die passenden Partner mobilisieren. Viele Städte und Gemeinden sind bereits seit vielen Jahren im Klimaschutz aktiv und leisten ihren Beitrag zur Energiewende. Gleiches gilt für Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel. Zudem reagieren viele Kommunen auf die Anforderungen des demografischen Wandels, suchen Anpassungsmöglichkeiten und experimentieren mit neuen Ansätzen. Dabei haben sie gute Lösungen gefunden und wichtige Lernerfahrungen gemacht, die den Ausgangspunkt für neue Entwicklungen bilden.

Die Bundesregierung unterstützt die kommunalen Akteure auf diesem Weg. Unter anderem fördert sie – nicht nur in diesem Themenfeld – Forschungsprojekte und baut die notwendigen Wissensgrundlagen für die Bewältigung der neuen Herausforderungen auf. So legte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) auf. INIS setzt den Schwerpunkt auf urbane Wasserinfrastrukturen und zielt auf die Entwicklung innovativer Technologien, Verfahren, Systemlösungen und Managementstrategien in Zusammenarbeit mit Praxis und Industrie. Damit richtet sich INIS ausdrücklich auch an die Städte und Gemeinden.



Daseinsvorsorge gewährleisten – eine wachsende Aufgabe für Städte und Gemeinden

### **Was Sie in dieser Dokumentation erwartet**

*Die vorliegende Dokumentation nimmt speziell die kommunalen Wasserdienstleistungen in den Blick. Sie präsentiert Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte, die Städte, Gemeinden und kommunale Aufgabenträger der Siedlungswasserwirtschaft dabei unterstützen können, mit den Auswirkungen von demografischem Wandel und Energiewende angemessen umzugehen. Die Broschüre bündelt Erkenntnisse aus der Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), die 2016 nach drei Jahren Laufzeit zu Ende geht.*

*Die Dokumentation stellt zunächst die aktuellen Herausforderungen dar und führt in die BMBF-Fördermaßnahme INIS ein. Präsentiert werden anschließend ausgewählte Projekte, Produkte und Ergebnisse zu übergreifenden Lösungen für die Integration der Infrastrukturen Wasser, Abwasser und Energie. Diese für die kommunale Praxis bedeutsamen Lösungen reichen von technischen Innovationen über Werkzeuge, die bei der Entscheidungsfindung unterstützen, bis zu Schlussfolgerungen für die praktische Umsetzung, die in Modellvorhaben gewonnen wurden. Dabei ist klar: Die INIS-Forschung konnte nicht alle Herausforderungen gleichermaßen aufgreifen und in ihrer vollen Breite bearbeiten. Weitere Ergebnisse der Fördermaßnahme INIS, die sich mit der Herausforderung Klimawandel befassen, stellt die DStGB-Dokumentation Nr. 133 „Starkregen und Hitzewellen: Die Stadt im Klimawandel fordert die kommunale Wasserwirtschaft heraus“ aus dem Jahr 2015 vor. Aktuelle Produkte und Ergebnisse der Fördermaßnahme INIS finden sich zudem auf der Webseite [www.bmbf.nawam-inis.de](http://www.bmbf.nawam-inis.de).*

## 2 Die BMBF-Fördermaßnahme INIS

### 2.1 INIS – TEIL EINES GRÖßEREN GANZEN

In der BMBF-Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) erforscht(en) 13 Verbundvorhaben in den Jahren 2013 bis 2016 innovative Lösungen, mit denen sich Wasserversorgung und Abwasserentsorgung an die sich verändernden Rahmenbedingungen Klima, Demografie, Energiepreise und Ressourcenverfügbarkeit anpassen lassen. Die geförderten Projekte erarbeite(te)n dabei auch konkrete Handlungsempfehlungen für Sanierung, Ausbau und Umbau der Infrastruktursysteme einschließlich deren Finanzierung. Die Verbundprojekte wurden dafür insgesamt mit rund 33 Mio. Euro an Fördermitteln ausgestattet.

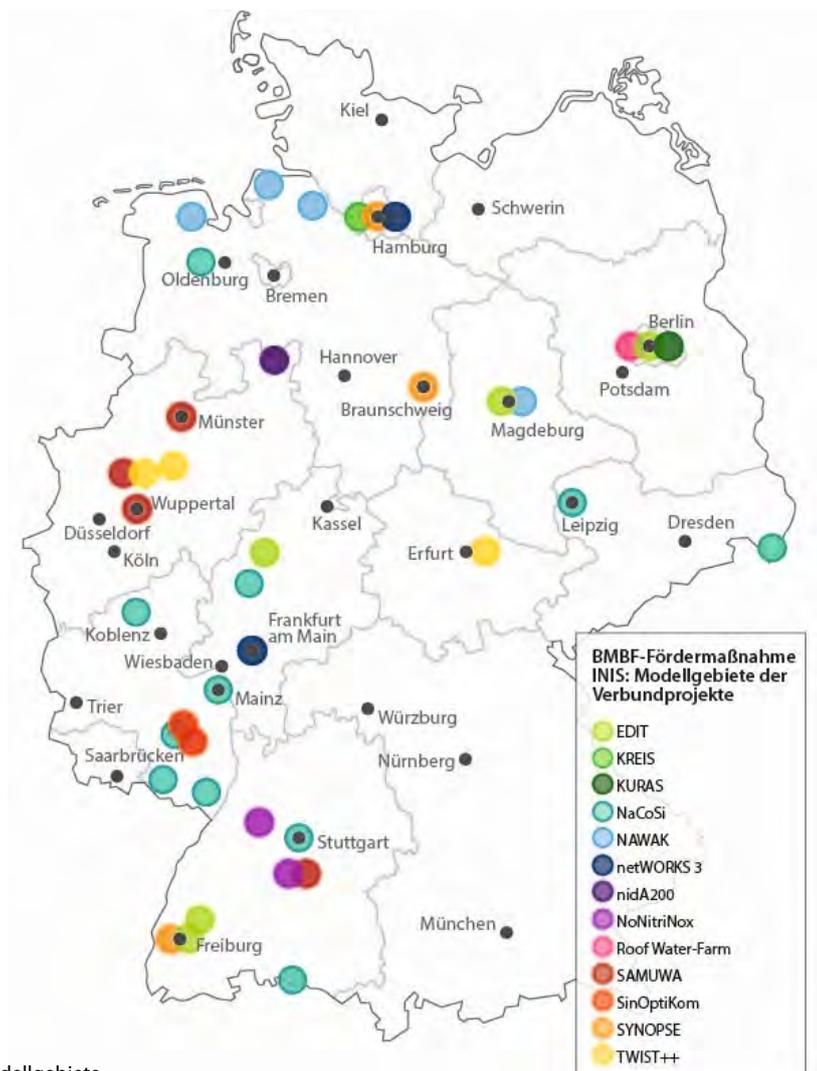
Die BMBF-Fördermaßnahme INIS ist eine von fünf Fördermaßnahmen im Schwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM), einem Bestandteil des BMBF-Programms „Forschung für nachhaltige Entwicklung“ (FONA). Die weiteren Fördermaßnahmen behandeln die Themen „Risikomanagement im Wasserkreislauf“, „Energieeffiziente Wasserwirtschaft“, „Regionales Wasserressourcenmanagement“ sowie „Erhöhung der Wasserverfügbarkeit durch Wasserwiederverwendung und Entsalzung“. Damit steht die nachhaltige Bewirtschaftung der Ressource Wasser im Mittelpunkt einer umfassenden und strategischen Forschungsförderung.

### 2.2 THEMEN UND PROJEKTE IM ÜBERBLICK

Die 13 Verbundprojekte der Fördermaßnahme INIS befass(t)en sich mit vier übergeordneten Handlungsfeldern: „Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie“, „Sicherung der Wasserversorgung“, „Anpassung der Stadtentwässerung“, und „Nachhaltige Abwasseraufbereitung“. Innerhalb dieser Handlungsfelder fächert sich das Themenspektrum der Verbundprojekte weiter auf.

### Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie

Beim Entwickeln integrierter Konzepte stehen die Rahmenbedingungen des Wandels städtischer Wasserinfrastrukturen und mögliche Wege der Umsetzung im Mittelpunkt. Im Rahmen von INIS wird analysiert, wie sich verschiedene Optionen ökologisch und ökonomisch auswirken. Auf der Forschungsagenda stehen ebenso Fragen zur Nutzerakzeptanz, zum notwendigen rechtlich-institutionellen Rahmen und zu Managementinstrumenten sowie zur Integration von Planungen. Simulations- und Entscheidungswerkzeuge werden entwickelt, welche die verschiedenen Zielgruppen dabei unterstützen, ihre Handlungsmöglichkeiten zu erkennen und zu bewerten. Große Bedeutung kommt auch der beispielhaften baulichen Umsetzung von integrierten Lösungen zu – einschließlich dem Weiterentwickeln und Optimieren von Infrastruktursystemen, Technologien und Verfahren, die jeweils die Besonderheiten unterschiedlicher Siedlungsräume berücksichtigen.



INIS-Modellgebiete

### Sicherung der Wasserversorgung

Zu den Herausforderungen, die im Rahmen von INIS im Handlungsfeld „Wasserversorgung“ aufgegriffen werden, zählen der insgesamt rückläufige Wasserverbrauch in Verbindung mit erhöhten Spitzenlasten während Hitzeperioden sowie die Zunahme von Hoch- und Niedrigwasser. Die Folgen sind Veränderungen bei Verfügbarkeit und Qualität des Rohwassers, zum Beispiel durch Eindringen von Salzwasser in trinkwasserrelevante Grundwasserleiter, aber auch kurzfristige hygienische Beeinträchtigungen des Trinkwassers, zum Beispiel durch längere Verweildauer des Trinkwassers im Netz. Zum einen entwickeln die Forschungsprojekte Strategien und Entscheidungshilfen, mit denen die Trinkwasserversorgung langfristig an klimabedingte Veränderungen angepasst werden kann. Zum anderen untersuchen sie, wie sich das regelmäßige Kontrollieren auf Wasserverunreinigungen in Roh- und Trinkwasser (Monitoring) verbessern lässt.

|                      |  |
|----------------------|--|
| Integrierte Konzepte | KREIS<br>NaCoSi<br>netWORKS 3<br>SinOptiKom<br>TWIST++ |
| Wasserversorgung     | EDIT<br>NAWAK  |
| Stadtentwässerung    | KURAS<br>SAMUWA<br>SYNOPSIS                            |
| Abwasseraufbereitung | nidA200<br>NoNitriNox<br>ROOF WATER-FARM               |

Projekte und Handlungsfelder

### Anpassung der Stadtentwässerung

Im Handlungsfeld „Stadtentwässerung“ geht es um Zweierlei: 1.) Die zentralen Regen- und Abwassernetze sollen durch dezentrales Bewirtschaften von Niederschlagswasser entlastet werden. 2.) Bestehende Stadtentwässerungssysteme sollen – sowohl konstruktiv als auch im Betriebsablauf – so optimiert werden, dass sie Niederschlagsextreme besser bewältigen können. In den Projekten wird zum Beispiel der Frage nachgegangen, wie sich Systemalternativen angemessen bewerten lassen. Darüber hinaus prüfen INIS-Projekte die notwendigen Abstimmungen zwischen planerischen Instrumenten und organisatorischen Vorgängen, um zum Beispiel die Stadtentwässerung stärker mit der Stadtentwicklungs- und Freiraumplanung zu verknüpfen. Schließlich wird die Datengrundlage zum Niederschlagsgeschehen optimiert, um die Kanalnetze besser zu steuern.

### Nachhaltige Abwasseraufbereitung

Die Aktivitäten der INIS-Projekte im Handlungsfeld „Abwasseraufbereitung“ konzentrieren sich auf Fragen der ressourceneffizienten Verfahrenstechnik – einer der Forschungsschwerpunkte: Technologien der dezentralen und gebäudeintegrierten Abwasseraufbereitung. Eingeschlossen sind dabei Verfahren zur Nährstoffrückgewinnung für Düngezwecke und zur Wiederverwendung von Abwasserteilströmen für die Bewässerung. Dabei geht es nicht zuletzt um Hygienefragen. Erarbeitet werden zudem Verfahren zur Betriebsoptimierung zentraler Kläranlagen mit drei Zielen: Energiebedarf reduzieren, Nitratelimination maximieren und klimaschädliche Emissionen von z.B. Lachgas, Nitrit oder Methan minimieren. Über die technische Ebene hinaus setzen sich diese INIS-Projekte mit praktischen Fragen der Umsetzung auseinander.

### 2.3 GEZIELTE VERBREITUNG DER INIS-ERGEBNISSE

#### Von Anfang an dabei: die Praxis

Den INIS-Projekten gemeinsam ist ihr transdisziplinärer Ansatz. Das bedeutet, dass nicht nur verschiedene Wissenschaftsdisziplinen, sondern auch „die Praxis“ – Kommunen, Ver- und Entsorgungsbetriebe, Planungs- und Ingenieurbüros usw. – in den Projekten mitarbeiten. Die Akteure aus der Praxis waren bereits an der Festlegung der Forschungsfragen beteiligt, sie führ(t)en die Hälfte aller INIS-Projekte durch. Die Ergebnisse in ganz unterschiedlichen Kommunen und Regionen Deutschlands modellhaft umzusetzen, stärkt die Praktikabilität und Übertragbarkeit der Lösungen. Gleichzeitig funktioniert der Wissenstransfer ab Tag eins: von der Forschung in die Praxis und umgekehrt.



Vernetzung der Forschungsprojekte

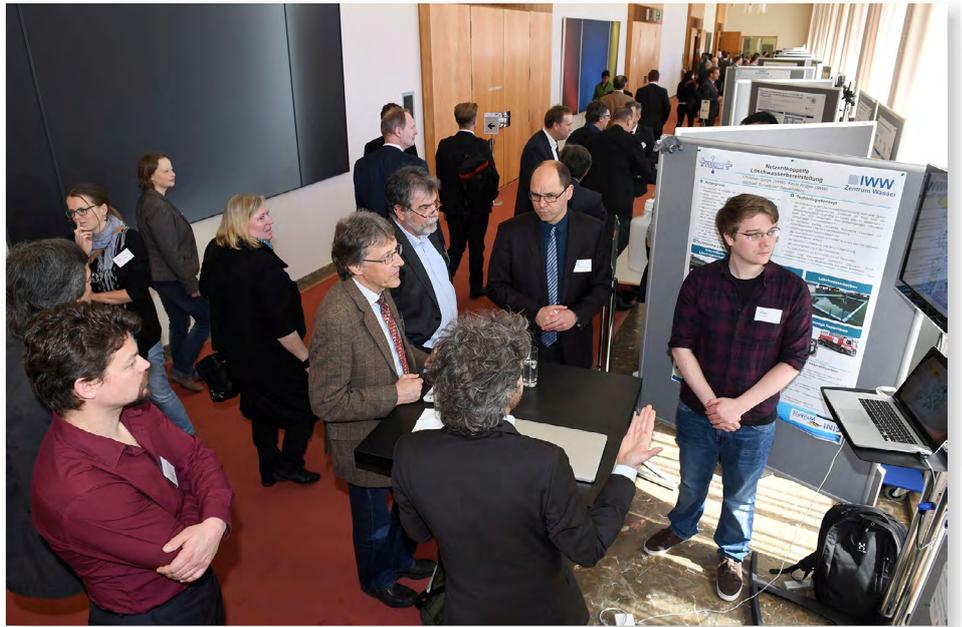
#### Projektübergreifende Zusammenarbeit

Zwischen den INIS-Projekten bestehen vielfältige Berührungspunkte – und damit entsteht auch ein Bedarf, sich fachlich auszutauschen. Deshalb kooperieren die Projekte parallel zur Forschungsarbeit fortlaufend auch bei gemeinsam identifizierten „Querschnittsthemen“. Letztere betreffen Forschungsmethoden,

technische Verfahren und vor allem Fragen des Umsetzens und Etablierens neuer Lösungen in der Praxis. Die Querschnittsthemen bilden das Gerüst für den breiten Austausch zwischen den Forschungsprojekten in Form regelmäßiger Workshops. Die Zusammenarbeit bei den Querschnittsthemen sorgt dafür, dass die INIS-Fördermaßnahme als Ganze mehr ist als die Summe ihrer Teile.

### **INISnet: ein eigenes Kommunikationsvorhaben**

Die Forschung sucht nach besseren Lösungen für eine sich verändernde Welt. Genutzt werden können die Ergebnisse nur, wenn sie leicht verfügbar und gut verständlich sind. Kommunikation ist hierfür der Schlüssel. Begleitet werden die INIS-Forschungsprojekte deshalb von INISnet, einem Vorhaben, das sich eigens der „strategischen Kommunikation“ der INIS-Ergebnisse widmet. INISnet wird von wichtigen 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) durchgeführt. INISnet entwickelt



Marktplatz der Projekte bei der Abschlussveranstaltung

eine Strategie für die gemeinsame Kommunikation der wichtigsten Forschungserkenntnisse in Praxis, Politik, Öffentlichkeit und Forschung und setzt diese Strategie um. Neben gezielter Öffentlichkeitsarbeit und der Durchführung von Konferenzen zählen zu den INISnet-Kernaufgaben: Gestalten des Dialogs zwischen den Projekten, „Verdichten“ der Projektergebnisse und Unterstützung der Projekte beim Vermitteln ihrer Ergebnisse an unterschiedliche Zielgruppen durch passende Kommunikationsformen und -produkte.

## 3 Sektorübergreifende Lösungen

### 3.1 ERSCHLIESSEN UNGENUTZTER POTENZIALE

Sauberes, sehr hochwertiges Trinkwasser steht hierzulande immer und ausreichend zur Verfügung. Und nach dem Gebrauch verschwindet das Abwasser einfach und schnell in der Kanalisation. Diese „unsichtbare“ Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung ist eine große Errungenschaft und zugleich eine der größten Herausforderungen, wenn es darum geht, die städtische und ländliche Infrastruktur für die Zukunft zu gestalten. Zum hohen Bedarf an Erneuerung und Sanierung der zentralen Versorgungssysteme kommen Rahmenbedingungen, die sich verändern: Der Klimawandel führt zu Starkregenereignissen und längeren Trockenperioden, der demografische Wandel beeinflusst Wasserbedarf und Verbraucherverhalten.

Seit vielen Jahren arbeitet die Forschung an technischen Lösungen und innovativen Konzepten, um flexible, zukunftsfähige Wasserinfrastruktursysteme zu etablieren. In diesen Konzepten wird Abwasser nicht mehr als Abfall betrachtet, sondern als Wertstoff und Energieträger. Dezentrale Behandlung und Wiederverwendung von Abwasser wird hierbei erweitert um das Rückgewinnen von Nährstoffen wie Phosphor oder die Nutzung organischer Kohlenstoffverbindungen im Abwasser zur Biogasgewinnung. Um die ungenutzten Potenziale rund um Wasser und Abwasser zu erschließen, nehmen sich die neuen Konzepte nicht nur die technische Machbarkeit und den Betrieb solcher Systeme vor. Sie widmen sich ebenso der schrittweisen Umsetzung und dem Abbau entsprechender Hemmnisse.

Energie zu erzeugen, ist auf großen zentralen abwassertechnischen Anlagen vielfach schon Standard. Es gilt jedoch, die „Energieeffizienz“ der Wasserinfrastrukturen begrifflich weiterzuentwickeln. Den Beitrag der Wasserinfrastrukturen zur Energiegewende allein über den Bedarf an Jahreskilowattstunden (kWh/a) pro Leistungseinheit (m<sup>3</sup> Trinkwasserversorgung bzw. gereinigtes Abwasser) zu quantifizieren, wird dem Thema nicht gerecht.

Das Projekt NoNitriNox befasst sich intensiv mit der Energieoptimierung auf Kläranlagen und der Frage, wie sich die Emission von Nitrit, Lachgas und Methan besser vermeiden lässt. Basierend auf konventionellen Simulationsmodellen entwickelt NoNitriNox Werkzeuge, die es in der Praxis ermöglichen, Auslegung und Betrieb von Kläranlagen sehr gut abzuschätzen und diese effizient und nachhaltig zu betreiben.

### PROJEKTBEISPIEL „NoNitriNox“

#### Ressourcen- und energieeffiziente Kläranlagen

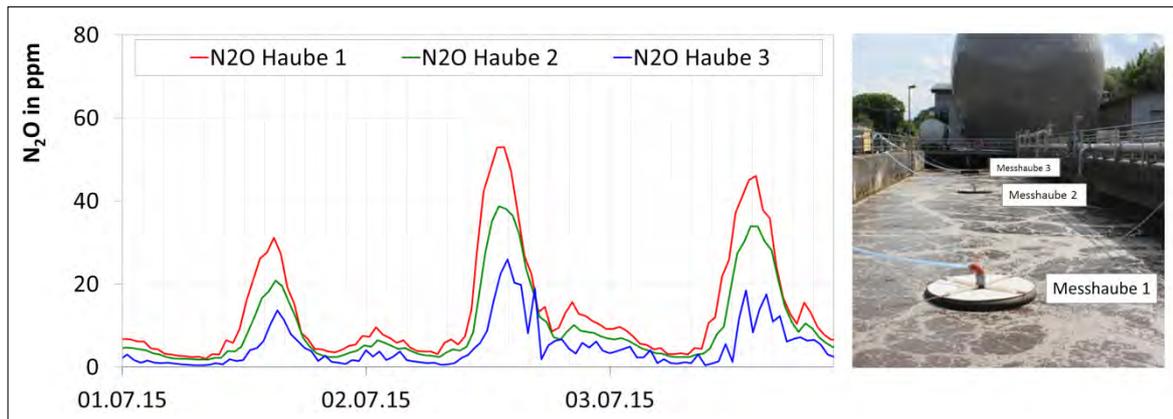
Der Stromverbrauch von Kläranlagen macht einen erheblichen Anteil des Energiebedarfs von Kommunen aus. In der Praxis auf Kläranlagen umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen haben aber bewiesen: Bei guter Planung und Inbetriebnahme lässt sich die Energieeffizienz von Kläranlagen deutlich verbessern. Mit der Einführung solcher Methoden werden jedoch auch Risiken und Nachteile sichtbar. Neben einer möglichen Verschlechterung der Reinigungsleistung besteht die Gefahr erhöhter umweltgefährdender Emissionen von Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Methan. Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist ein Treibhausgas, rund 300-mal so klimaschädlich wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und schon in geringen Mengen als kritisch einzustufen.

Diese Risiken bilden den Ansatzpunkt für das Projekt NoNitriNox („Planung und Betrieb von ressourcen- und energieeffizienten Kläranlagen mit gezielter Vermeidung umweltgefährdender Emissionen“). Die Projektpartner haben ein Planungswerkzeug für Kläranlagen entwickelt, das unter anderem intelligente Regelungskonzepte für Kläranlagen enthält. Das neue Werkzeug trifft nicht nur eine Aussage zu Reinigungsleistung und Energieverbrauch. Es ermöglicht auch erstmals, bei der Bewertung geplanter Maßnahmen zur Kläranlagenerneuerung die umweltgefährdenden Lachgasemissionen zu quantifizieren.

NoNitriNox führte, um die Gültigkeit neu entwickelter Simulationsmodelle nachzuweisen, Laborversuche und großtechnische Messungen auf zwei kommunalen Kläranlagen (Kläranlage Dußlingen und Kläranlage Pforzheim, siehe Abbildung) durch. Diese Anlagen dienen als gute Testbeispiele für viele Kläranlagen ähnlicher Bauart in Deutschland.



Großtechnische Haubenmessungen auf dem Klärwerk Pforzheim



Lachgasemissionen im Nitrifikationsbecken der Kläranlage Dußlingen (Fließrichtung: Haube 1 > 2 > 3)

In den belüfteten Nitrifikationsbecken der Kläranlagen lässt sich eine direkte Korrelation der Lachgasemission mit der Ammoniumkonzentration im Belebungsbecken nachweisen. Ein Anstieg der Ammoniumbelastung im Tagesverlauf führt zu einer erhöhten Emissionsfracht an Lachgas. Mit fortschreitender Nitrifikation in Fließrichtung sinken die Lachgasemissionen (siehe Abbildung).

Auswertungen diverser Energieoptimierungsstrategien deuten darauf hin, dass es teilweise zu leicht erhöhten N<sub>2</sub>O-Emissionen kommt. Diese sind im Vergleich zu den durch die Energieeinsparung verringerten CO<sub>2</sub>-Emissionen durchaus signifikant. Sie führen unter Umständen dazu, dass eine Maßnahme eine negative Treibhausgasbilanz aufweist. NoNitriNox entwickelt daher insbesondere Methoden zur Energieeinsparung, die sich nicht negativ auf die Lachgasemissionen auswirken. Hierzu gehört auch die Erhöhung der Effizienz des Sauerstoffeintrags beispielsweise durch Gleitdruck- und Luftverteilerregelungen.

NoNitriNox lieferte bisher mehrere Erkenntnisse: Verfahrenstechnik, Maschinenteknik und Automatisierung von Kläranlagen lassen sich mit dem neuen Werkzeug energetisch optimieren. Die Funktion der Kläranlage mit Blick auf die Abwasserreinigung bleibt gesichert. Unerwünschte Emissionen können abgeschätzt und wenn nötig vermindert werden.

#### Kontakt und weitere Informationen

ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg  
 Werner-Heisenberg-Str. 1 | 39106 Magdeburg  
 Dr. Jens Alex  
 Tel.: +49 391 9901469  
 E-Mail: jens.alex@ifak.eu  
 Internet: [www.ifak.eu](http://www.ifak.eu)

Das Projekt ROOF WATER-FARM verknüpft den dezentralen Ansatz der Abwasserbehandlung und -wiederverwendung mit der Lebensmittelproduktion im städtischen Raum. Die teilweise Eigenversorgung mit landwirtschaftlichen Produkten auch in der Stadt ist zwar nicht unbedingt neu. Aber der innovative Ansatz mit gereinigtem Abwasser und Eigenerzeugung von Dünger rief sehr großes öffentliches Interesse hervor. Sicherlich wird er auch nach Ablauf der INIS-Fördermaßnahme intensiv diskutiert und weiterverfolgt werden.

### PROJEKTBEISPIEL „ROOF WATER-FARM“

#### Ressourcennutzung im Gebäude mittels Landwirtschaft

ROOF WATER-FARM (RWF) untersucht, wie mit aufbereitetem Wasser und Nährstoffen aus Gebäuden in Dachgewächshäusern Gemüse und Fische produziert werden können. Der Berliner Gebäudekomplex mit der Pilotanlage – ein zwischen dem Eigentümer und dem Land Berlin kooperativ entwickeltes Projekt – bietet gute Voraussetzungen: Häusliches Abwasser aus Badewannen, Duschen, Waschbecken und Küchen wird getrennt abgeleitet, zu Betriebswasser aufbereitet und zur Toilettenspülung und Bewässerung der Mietergärten wiederverwendet. Regenwasser wird im bewachsenen Bodenfilter verdunstet. ROOF WATER-FARM entwickelt neue gebäudeintegrierbare Verfahren zur Nutzung von Regen-, Grau- und Schwarzwasser für die Kultivierung von Pflanzen (Hydroponik) und Fischen (Aquaponik) im Testgewächshaus. Übertragbarkeit, Alltagstauglichkeit und Akzeptanz der multifunktionalen Infrastruktur spielen dabei eine wichtige Rolle.

Im Ergebnis konnte die Grauwasseraufbereitung störungsfrei, ohne hygienisches Risiko und wirtschaftlich betrieben werden. Organische Bestandteile einschließlich Stickstoff, Hygienewerte, Schwermetall- und Spurenstoffkonzentrationen

liegen unter den Werten in Abläufen von Großkläranlagen. Auch „Problemstoffe“ wie Acesulfam, Gabapentin und Diclofenac werden hier deutlich reduziert. Die Pilotanlage zur Produktion von NPK-Flüssigdünger aus Schwarzwasser liefert täglich mehrere hundert Liter Flüssigdünger, sogenanntes Goldwasser; die darin enthaltenen Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium düngen die Pflanzen im Gewächshaus – auch dies hygienisch unbedenklich und schadstofffrei. Bewässerungswasser und Produkte sind für die Fisch- und Pflanzenzucht geeignet. Allerdings muss das Gewächshaus noch wärmetechnisch optimiert werden, indem im nächsten Schritt über Wärmerückgewinnung Abwärme nutzbar gemacht wird.

Je nach verfügbaren Wasserströmen (Regen-, Grau- und Schwarzwasser) können vier unterschiedliche ROOF WATER-FARM-Varianten zum Einsatz kommen. Welche Variante für typische Wohn-, Gewerbe- und Bildungsbauten besonders geeignet ist, erfahren Sie unter [www.roofwaterfarm.com](http://www.roofwaterfarm.com). Eine Simulation zeigte für Berlin RWF-Dachgewächshauspotenziale von bis zu 2000 Hektar für die Regenwasservarianten. Die Grauwasservarianten (einschließlich Betriebswassernutzung für WC) könnten auch bei geringeren Flächenpotenzialen (1100 Hektar) berlinweit den häuslichen Trinkwasserverbrauch um bis zu 15 Prozent und die häusliche Abwasserproduktion um bis zu 20 Prozent reduzieren. Dabei sind die Grau- und Schwarzwasservarianten besonders ressourceneffizient und die Regenwasservarianten kostengünstiger.

Das überwältigende öffentliche Interesse an einer ressourceneffizienten städtischen Lebensmittelproduktion macht ROOF WATER-FARM auch für Kommunen attraktiv: Die Bürgerinnen und Bürger finden das super! Und fachlich formuliert ist das RWF-Konzept ein wertvoller Beitrag für eine multifunktionale nachhaltige Infrastrukturentwicklung.



Erntedankfest des Projekts im Herbst 2015

Allerdings ist für den breitenwirksamen Einsatz auch noch einiges zu tun. Die im Forschungsvorhaben mit Betriebs- und „Goldwasser“ erzeugten RWF-Produkte erfüllen alle lebensmittelrechtlichen Qualitätsanforderungen – eine förmliche Zulassung für die gewerbliche Nutzung steht noch aus. Für den Eigenverbrauch können RWF-Anlagen jedoch schon gebaut werden. Eine weitere Voraussetzung für die Grauwasservarianten ist die Notwendigkeit getrennter Abwasserstränge im Gebäude.

Städte und Gemeinden können zum Vorantreiben von ROOF WATER-FARMEN Zweierlei beitragen: Sie können erstens offensiv informieren, entsprechende Anfragen und Initiativen unterstützen und solche Anlagen als „städtebaulich vertretbare“ Ausnahmen nach dem Baugesetzbuch genehmigen – das klingt nach wenig, ist aber viel. Und sie können zweitens bereits heute gemeinsam mit ihrem Abwasserentsorger darauf hinarbeiten, dass es für ROOF WATER-FARMEN klare Regelungen zum Anschluss- und Benutzungszwang gibt und dass dezentrale Konzepte als funktionale Einheiten – insbesondere bei Neubauvorhaben – in der Siedlungsentwässerung integriert werden.

#### **Kontakt und weitere Informationen**

Technische Universität Berlin,  
Fachgebiet Städtebau und Siedlungswesen  
Prof. Dr.-Ing. Angela Million  
Tel.: +49 30 314 28101  
E-Mail: a.million@isr.tu-berlin.de  
Internet: [www.roofwaterfarm.com](http://www.roofwaterfarm.com)

#### **Was sagt die Praxis dazu?**

*„In ROOF WATER-FARM konnte ich unsere ressourceneffizienten Wasserkonzepte mit transdisziplinär arbeitenden F&E-Partnern weiter optimieren, um sie über die Projektlaufzeit hinaus betreiben und zeitnah erfolgreich auf dem Markt etablieren zu können.“ – Erwin Nolde, Nolde & Partner Innovative Wasserkonzepte, Inhaber*

Das Projekt TWIST++ betrachtete in drei Modellgebieten – einem ländlichen Raum, einem städtischen Quartier und einer industriellen Konversionsfläche an einem alten Zechenstandort – die ganze Breite wasserinfrastruktureller Fragen. Neue Technologien, Bewertungskriterien, Akzeptanz und Zusammenspiel der Akteure sowie der Abbau von Hemmnissen beim Übergang (Transition) zu zukunftsfähigen Wasserinfrastruktursystemen bestimmten die umfangreichen Projektarbeiten.

#### **PROJEKTBEISPIEL „TWIST++“**

##### **Weiterentwicklung der Wasserinfrastruktursysteme im städtischen und ländlichen Raum**

Wichtige Rahmenbedingungen für die Wasserinfrastruktursysteme in Deutschland ändern sich, neue Anforderungen beispielsweise hinsichtlich einer höheren Ressourceneffizienz sind zukünftig zu erfüllen. Um einen nachhaltigeren Umgang mit Wasser, Energie und Ressourcen zu erreichen und die Zukunftsfähigkeit einschließlich der Bezahlbarkeit der infrastrukturellen Dienstleistungen sicherzustellen, müssen die bestehenden Systeme weiterentwickelt werden.

Das Verbundprojekt TWIST++ entwickelte deshalb innovative Konzepte für Wasserinfrastruktursysteme, die mehrere Anforderungen erfüllen: hohe Flexibilität mit Blick auf demografische Veränderungen, Anpassungsfähigkeit gegenüber möglichen Auswirkungen des Klimawandels und Erfüllung höherer ökologischer Ansprüche (z.B. hinsichtlich Energieeffizienz, Ressourcenrückgewinnung). Zu diesem Zweck erarbeitete TWIST++ technische Teilkomponenten, Software-Tools zur Planung, Vermittlung („Serious Game“) und Entscheidungsunterstützung sowie ein umfassendes Bewertungssystem. Um die Ergebnisse praktisch umsetzen zu können, entwarf das Verbundprojekt konkrete Planungsvarianten für drei Modellgebiete (urbaner Raum, ländlicher Raum, Konversionsfläche).

Für den urbanen Raum wurde in Lünen (NRW) das Konzept iWET (integriertes WasserEnergieTransitionsystem) entwickelt. Es berücksichtigt Sanierungszyklen bestehender Systeme und kann flexibel und modular umgesetzt werden. Den Kern des Konzepts bilden die selektive Auskoppelung und integrierte Bewirtschaftung wenig belasteter Teilströme (Grauwasser, Regenwasser) aus dem kommunalen Abwasser sowie die intelligente Kombination zweier komplementärer Wiederverwertungswege zu einem Gesamtsystem. Der „blaue“ Wasserwiederverwendungsweg umfasst die (technische) Aufbereitung im Gebäude (Wohnen und Gewerbe) zu hochwertigem Betriebswasser inklusive Wärmerückgewinnung. Der „grüne“ Wasserwiederverwendungsweg beinhaltet die naturnahe Aufbereitung im Außenbereich zu Bewässerungswasser inklusive Bioenergieproduktion und

weiteren Ökosystemdienstleistungen. Kerntechnologie ist die „Energieallee“, eine Kombination aus horizontalem Bodenfilter und Kurzumtriebsplantage (KUP) mit schnellwachsenden, stauwassertoleranten Gehölzen, beispielsweise Weiden. Die Energieallee kann z.B. entlang von Grundstücksgrenzen oder anstelle von Straßenbegleitgrün angeordnet werden. Eine wichtige Zusatzfunktion ist die Zwischenspeicherung von Wasser im Substratkörper. Dadurch lässt sich Regenwasser zurückhalten und zur späteren Verwendung als Bewässerungswasser speichern. Die erhöhte Evapotranspiration (Verdunstung von Wasser besonders durch das Blattwerk der Pflanzen sowie von Boden- und Wasserflächen) in der optimal versorgten Energieallee verbessert das Mikroklima und mildert urbane Hitzeinsel-Effekte. i.WET trägt so dazu bei, die großen Herausforderungen der Wasserinfrastruktur in Deutschland – demografische Entwicklung, Klimawandel und Energiewende – zu lösen. Eine erste Stufe des i.WET-Konzepts wird im Modellgebiet der Stadt Lünen umgesetzt werden.

Für den ländlichen Raum entwickelte TWIST++ am Beispiel der Gemeinde Wohlsborn-Rohrbach (Thüringen) ein Konzept, das Synergien mit der Landwirtschaft nutzt. Stark belastetes Schwarzwasser wird dazu abgetrennt und gemeinsam mit organischen Reststoffen einer Biogasanlage zur Verwertung zugeführt. Das restliche Abwasser kann nach Reinigung entweder als Betriebswasser genutzt oder der Vorflut zugeführt werden. Dieses Konzept lässt sich ebenfalls schrittweise entsprechend den vorgegebenen Sanierungszyklen im Kanal- und Gebäudebereich umsetzen. Die Vorbereitungen zur Realisierung in Wohlsborn-Rohrbach sind bereits weit fortgeschritten.

Ausgangsbasis des Konzepts für die Konversionsfläche (ehemaliges Zechengelände) ist das urbane Konzept (i.WET). Dieses wurde jedoch am Beispiel der ehemaligen Zeche Westerholt in Gelsenkirchen (NRW) entsprechend den besonderen Rahmenbedingungen (belastete Böden, teilweise neu zu errichtende Infrastrukturen, möglichst starker Rückhalt von Regenwasser) angepasst. Trinkwasserversorgung und Löschwasserbereitstellung werden so ausgelegt, dass – aufgrund der Unsicherheit hinsichtlich des künftigen Bedarfs – die hydraulische Kapazität ein Höchstmaß an Flexibilität aufweist.

Ein wesentliches Projektergebnis sind außerdem die entwickelten Software-Tools, wie beispielsweise ein „Serious Game“ mit direkter Kopplung zur Planungssoftware und offener Schnittstelle für GIS-Daten. Das Ziel dieses digitalen Lernspiels ist es, komplexe Sachverhalte in spielerischer Form zu vermitteln, um die Verständnislücke zwischen Experten (Ingenieuren), Entscheidungsträgern und Nichtexperten (Bürgerinnen und Bürgern) zu schließen. Es stellt ein wich-

tiges Kommunikationsinstrument dar, mit dem sich innovative Konzepte in ihren vernetzten Zusammenhängen zum Umfeld erklären und bewerten lassen.

Die Ergebnisse aus TWIST++ zeigen: Die Transition bestehender Wasserinfrastrukturen auf Gebäude- wie Quartiersebene ist technisch und organisatorisch möglich – und sie ist sinnvoll und erforderlich, um die Zukunftsfähigkeit bestehender Systeme zu verbessern.



Visualisierung des i.WET-Konzepts



Spielerfläche am Beispiel der Darstellung des Modellgebiets Wohlsborn

### Kontakt und weitere Informationen

Fraunhofer-Institut für  
System- und Innovationsforschung ISI  
Dr.-Ing. Harald Hiessl  
Tel.: +49 721 6809-200  
E-Mail: harald.hiessl@isi.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Thomas Hillenbrand  
Tel.: +49 721 6809-119  
E-Mail: thomas.hillenbrand@isi.fraunhofer.de

Internet: [www.twistplusplus.de](http://www.twistplusplus.de)

Einige Projekte innerhalb der INIS-Fördermaßnahme brachten die Entwicklung technischer Lösungen und integrierter Konzepte zur Aufbereitung von gering belastetem Abwasser, beispielsweise aus Duschen und Badewannen – dem sogenannten Grauwasser –, auf der Gebäudeebene voran. Wichtige Schritte hinsichtlich der Definition von Qualitätszielen zur Betriebswassernutzung wurden erarbeitet und liegen jetzt zur weiteren Bewertung vor.

### 3.2 ENTSCHEIDEN UND KOMMUNIZIEREN: MIT KOMPLEXITÄT UMGEHEN

#### Unsicherheitsbetrachtung in Entscheidungen einbeziehen

Die Akteure der Siedlungswasserwirtschaft – ob in Entscheidungsfindung, Planung oder Betrieb – sehen sich vor vielschichtigen Herausforderungen. Zukünftige Entwicklungen technischer, gesellschaftlicher, rechtlicher und natürlicher Art werden den heutigen Handlungsrahmen stark verändern und stellen Risiken für die Unternehmen der Wasserwirtschaft dar. Dabei sind die möglichen Zukunftsszenarien und die damit verbundenen neuen Anforderungen so zahlreich wie die Maßnahmen zur Anpassung der Wasserinfrastrukturen. Was die Zukunft tatsächlich bringen wird, ist allerdings nur wenig verlässlich vorherzusagen und mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Zudem sind Entscheidungen zu Wasserversorgung, Entwässerung und Abwasserentsorgung oft weitreichend, nicht nur weil die Infrastrukturen kapitalintensiv sind, sondern weil die Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger sowie der Ökosysteme auf dem Spiel steht. Daher sollte eine Unsicherheitsbetrachtung zum Standardwerkzeug in der Siedlungswasserwirtschaft gehören. Die „Botschaft“ aus dem INIS-Verbund lautet deshalb: Der Umgang mit Unsicherheit muss bei Planung, Entscheidungsfindung und Betrieb fest in den Köpfen der Akteure verankert werden. Diese müssen Unsicherheiten rechtzeitig erkennen und richtig beurteilen, um sie angemessen berücksichtigen zu können.



Komplexe Entscheidungen treffen

Wie sich zukünftige Risiken – weit über finanzielle Gesichtspunkte hinaus – systematisch erfassen und beurteilen lassen, zeigt beispielhaft das Projekt NaCoSi. Das dort entwickelte Werkzeug des Nachhaltigkeitscontrollings rückt die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft in den Fokus. Für die Unternehmen werden individuelle Risikoprofile erstellt. Dank des integrierten Monitorings dient das Nachhaltigkeitscontrolling auch als Frühwarnsystem. So können die Unternehmen ungünstige Entwicklungen früh erkennen und ihre strategischen Entscheidungen entsprechend anpassen.

#### PROJEKTBEISPIEL „NaCoSi“

##### Nachhaltigkeitscontrolling siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme

Klimawandel, demografische Veränderungen, finanzielle Restriktionen und politische Rahmenseetzungen auf nationaler wie europäischer Ebene stellen die Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft vor neue, immer komplexere Herausforderungen. Für eine sichere, nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft ist es ganz entscheidend, die Risiken zu kennen und einschätzen zu können, ob diese länger andauern. Die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen ist somit eng damit verknüpft, welche Entwicklungen – seien sie extern oder intern verursacht – die eigene Leistungsfähigkeit einschränken und die Nachhaltigkeit gefährden. Gegenwärtig verfügen meist nur große Unternehmen über ein Risikomanagement. Dieses bleibt zudem oft auf finanzielle Aspekte beschränkt und richtet sich nicht ausreichend an den speziellen Bedürfnissen der Siedlungswasserwirtschaft aus.

Das BMBF-Verbundprojekt „NaCoSi – Nachhaltigkeitscontrolling siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme – Risikoprofil und Steuerungsinstrumente“ ([www.NaCoSi.de](http://www.NaCoSi.de)) hat ein Nachhaltigkeitscontrolling für Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft entwickelt. Mithilfe einer wirkungspfadbasierten Risikoanalyse und eines indikatorgestützten Monitorings werden die unternehmensspezifischen Nachhaltigkeitsrisiken dargestellt. In anschließenden szenarienbezogenen Planspielen werden die Unternehmen dabei unterstützt, Maßnahmen zur Risikobewältigung zu entwickeln.

Das Nachhaltigkeitscontrolling berücksichtigt alle Aspekte der Nachhaltigkeit in der Siedlungswasserwirtschaft. Es betrachtet nicht nur eine Momentaufnahme, sondern richtet den Blick sowohl in die Vergangenheit als auch in die Zukunft des Unternehmens. Kern des Ansatzes ist eine Risikoanalyse, die aus „klassischen“ Ansätzen im Risikomanagement abgeleitet wurde, aber eigens auf die Bedürfnisse der Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft zugeschnitten ist. Zusätzlich wird – ausgehend von den Erfahrungen der Vergangenheit und abgebildet durch Indikatoren – die zukünftige

Entwicklung prognostiziert. Zwei Herausforderungen wurde dabei Rechnung getragen:

1. Es dürfen nur wenige, relevante Daten verwendet werden, so dass sich die Unternehmen auf die Arbeit mit den Ergebnissen konzentrieren können.
2. Auch individuelle Ergänzungen entsprechend lokaler Besonderheiten müssen abbildbar sein.

Im Ergebnis ist ein Instrument entstanden, das

- die Risiken der Siedlungswasserwirtschaft und ihre Hintergründe darstellt,
- die Steuerung möglicher Einflussgrößen, die auf die Risiken wirken, vereinfacht,
- die Herausforderungen der einzelnen Betriebe auch für Außenstehende verständlich kommuniziert,
- der Anforderung nach einfacher Erhebbarkeit und Zugänglichkeit der Daten Rechnung trägt,
- individuelle Ergebnisse mit geringen Kosten schnell verfügbar macht.

NaCoSi entwickelte und testete das Nachhaltigkeitscontrolling gemeinsam mit zwölf Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft, die jeweils unterschiedliche Strukturen und Rahmenbedingungen aufweisen. Das fertige Instrument kann von allen Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft genutzt werden.



NaCoSi-Praxispartner

### Kontakt und weitere Informationen

Technische Universität Darmstadt,  
Institut IWAR, Fachgebiet Wasserversorgung  
und Grundwasserschutz

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban

Tel.: +49 6151 16 20805

E-Mail: w.urban@iwar.tu-darmstadt.de

aquabench GmbH

Dr. Kay Möller

Tel.: +49 40 1124 25

E-Mail: k.moeller@aquabench.de

Internet: [www.NaCoSi.de](http://www.NaCoSi.de)

### Was sagt die Praxis dazu?

„Im Jahr 2013 wurde Pirmasens als nachhaltigste Stadt Deutschlands ausgezeichnet. Unsere Stadtverwaltung sieht sich in der gesellschaftlichen Verantwortung, im Auftrag der Bürgerinnen und Bürger ihre Aufgaben generationsübergreifend und ganzheitlich wahrzunehmen. Das im Projekt NaCoSi entwickelte Instrument des Nachhaltigkeitscontrollings wird uns helfen zu erkennen, ob wir in die richtige Richtung unterwegs sind.“ – Michael Maas, Stadtverwaltung Pirmasens

### Entscheidungsunterstützung: Entwicklungsszenarien und Handlungsoptionen anschaulich visualisieren

Multifunktionale Infrastrukturen zur Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sowie Energie- und Nahrungsmittelproduktion bringen vielfältige Wechselwirkungen zwischen Teilsystemen und -prozessen mit sich. Sie erfordern zwingend, Ziele und Wirkungen von Handlungsoptionen übergreifend und integriert zu betrachten. Die hierfür notwendige, umfangreiche Datengrundlage, die komplexen Wirkungszusammenhänge und die möglichen Handlungsoptionen müssen zielgruppengerecht aufbereitet und anschaulich visualisiert werden, damit vorhandenes Wissen zugänglich wird und in Entscheidungen einfließen kann.



Daten und Zusammenhänge visualisieren

Eine Vielzahl der INIS-Forschungsprojekte entwickelt Werkzeuge, um Komplexität handhabbar zu machen und so Entscheidungsprozesse und die Entwicklung von Strategien zu erleichtern. Dazu zählen softwarebasierte Auswertungstools, Datenbanken, Demonstratoren und Planungsunterstützungsinstrumente, die sich für verschiedene Fragestellungen und Fallkonstellationen eignen. Sogar ein „Serious Game“ zur spielerischen Auseinandersetzung mit den großen Herausforderungen einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft gehört zum Portfolio.

Mit dem im Projekt SinOptiKom speziell für die Herausforderungen des ländlichen Raums entwickelten Demonstrator lassen sich zum Beispiel individuelle Entwicklungsszenarien erstellen. Im Anschluss lassen sich für das zuvor erstellte Szenario die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen darstellen und Alternativen vergleichen. Die Ergebnisse werden graphisch aufgearbeitet und in einfachen Diagrammen, Tabellen sowie kartenbasierten Darstellungen zur Verfügung gestellt. Die Kartenansicht bietet eine innovative Möglichkeit, zum Beispiel Kanaldaten in Kombination mit Flurstück- und Einwohnerinformationen zu analysieren und so neue Hinweise und Zusammenhänge zu erkennen.

### PROJEKTBEISPIEL „SinOptiKom“

#### Optimierung der Transformation kommunaler Infrastrukturen im ländlichen Raum

Die kommunalen Wasserinfrastrukturen (Wasserversorgung, Abwasserentsorgung) müssen angesichts vielfältiger Zukunftsherausforderungen grundlegend angepasst und verändert werden. Zu nennen sind hier vor allem die Erfordernisse von Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Klimaanpassung sowie veränderte rechtliche Rahmenbedingungen. In ländlichen Regionen beeinträchtigen der demografische und der wirtschaftsstrukturelle Wandel die Funktionsfähigkeit der Infrastruktursysteme – dies verschärft den Anpassungsdruck. Die erheblichen Ungewissheiten hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen stellen in Verbindung mit dem großen Investitionsbedarf und der Langlebigkeit der Infrastrukturanlagen eine besondere Herausforderung dar. Daraus resultieren Zielkonflikte und unterschiedliche Präferenzen der betroffenen Akteure, welche die Komplexität der Entscheidungsfindung erhöhen.

Die komplexe Problemstellung erfordert es, systematisch unterschiedliche Entwicklungsszenarien zu erstellen. Diese müssen die wesentlichen Einflussgrößen und Rahmenbedingungen mit ihren möglichen Veränderungen abbilden. Beim Projekt SinOptiKom stehen Wasser- und Abwassersysteme ländlicher Gemeinden im Vordergrund. In den Entwicklungsszenarien werden mehrere Faktoren kombiniert: schrumpfende Bevölkerung, mögliche Veränderungen der dörflichen Siedlungsstrukturen, unterschiedlicher Wasserbedarf und wasserrechtliche Vorgaben. Die vielfältigen Handlungsoptionen werden über ein Simulations- und Optimierungsmodell als Softwaresystem zur Entscheidungsunterstützung erfasst und zwecks Veranschaulichung visualisiert. Dabei werden die in der folgenden Abbildung dargestellten Bewertungskriterien und Rahmenbedingungen berücksichtigt.

| Ökonomische Kriterien                 | Ökologische Kriterien | Ressourceneffizienz | Soziale Kriterien | Funktionalität       |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| Kosten                                | Wasserbilanz          | Wasserrecycling     | Akzeptanz         | Trinkwasserqualität  |
| Flexibilität                          | Stoffeinträge Umwelt  | Nährstoffrecycling  |                   | Entwässerungsbetrieb |
|                                       |                       | Energiegewinnung    |                   | Kläranlagenbetrieb   |
|                                       |                       |                     |                   | Einleitbedingungen   |
| multikriterielles Optimierungsproblem |                       |                     |                   | Randbedingungen      |

Bewertungskriterien und Rahmenbedingungen der multikriteriellen Optimierung

Das Optimierungs- und Entscheidungsmodell erlaubt es, ein breites Spektrum unterschiedlicher Zukunfts- und Entwicklungsszenarien systematisch zu betrachten. Mit dem integrierten „Szenarienmanager“ können beliebige Kombinationen unterschiedlicher Entwicklungen der einzelnen Einflussgrößen erzeugt werden. Für die Simulation der vielfältigen Entwicklungsmöglichkeiten beinhaltet das Modell eine Vielzahl möglicher Maßnahmen zur Erhaltung, Anpassung und Erneuerung der Infrastrukturanlagen. Die Bewertungskriterien der Entscheidungsfindung lassen sich unterschiedlich gewichten. Aus der Analyse der resultierenden „optimalen Entscheidungen“ zu Auswahl und zeitlicher Umsetzung von Maßnahmen werden Entscheidungsstrategien für die Akteure der kommunalen Wasserwirtschaft abgeleitet. Im Licht der großen Ungewissheiten werden Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bestehender Infrastruktursysteme zukünftig immer wichtiger. Es bietet sich nach den Erkenntnissen aus SinOptiKom an, zentral ausgerichtete Systeme mit dezentralen Elementen zu ergänzen sowie stufenweise und langfristig Systemtransformationen zu gestalten.

#### Kontakt und weitere Informationen

TU Kaiserslautern,  
 Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft  
 Prof. Dr.-Ing. T. G. Schmitt  
 E-Mail: [theo.schmitt@bauing.uni-kl.de](mailto:theo.schmitt@bauing.uni-kl.de)  
 Internet: [www.sinoptikom.de](http://www.sinoptikom.de)

#### Was sagt die Praxis dazu?

„Die Verbandsgemeinde Enkenbach-Alsenborn sucht nach Synergien zur Nutzung des Energie- und Ressourcenpotenzials aus Abwasser, die es mit dem Sanierungsbedarf der Systeme in Einklang zu bringen gilt. Mithilfe des von SinOptiKom entwickelten Entscheidungs- und Optimierungsinstruments sollen diese Systemtransformationen transparent und nachhaltig gestaltet werden.“ – Michael Marques Alves, Verbandsgemeindewerke

### 3.3 VON DER WISSENSCHAFT IN DIE PRAXIS: MODELLVORHABEN ZUR INTEGRATION VON WASSER, ABWASSER UND ENERGIE

Die BMBF-Fördermaßnahme INIS betritt mit der Umsetzung neuartiger Infrastrukturkonzepte vielfach Neuland – beispielsweise wenn INIS-Projekte die energetischen Ressourcen im Abwasser nutzen oder Dünger aus dem Schwarzwasser gewinnen. Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Ergebnisse ist ihre exemplarische Umsetzung und Erprobung in Modell- und Demonstrationsvorhaben. Diese schließen die Lücke zwischen Wissenschaft (Forschung und Entwicklung) und Praxis. Um eine ganze Bandbreite von Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, führt INIS seine Forschungsaktivitäten in unterschiedlichen Regionen (urban, ländlich, schrumpfend und wachsend) und an verschiedenen Standorten, unter anderem Neubaugebieten und Konversionsstandorten, durch. Das modellhafte Umsetzen und Erproben ermöglicht es zudem, übertragbare Ergebnisse zu erzielen. Eine besondere Herausforderung liegt für die Forschungsprojekte darin, die bauliche Umsetzung der Demonstrationsvorhaben mit der geförderten Projektlaufzeit abzustimmen und zu synchronisieren.

Bei der Transformation bestehender Wasserinfrastrukturen hin zu integrierten Infrastruktursystemen auf Gebäude- wie auf Quartiersebene sind erhebliche technische, ökonomische und organisatorische Barrieren zu überwinden. Besonders mit Blick auf den rechtlichen Regulierungsrahmen, finanzielle Anreizsysteme, aber auch konkrete Umsetzungsbedingungen vor Ort sind derzeit noch viele Fragen offen; dies wirkt sich hemmend auf die Umsetzung aus. Modellvorhaben und Demonstrationsobjekte sind deshalb ein notwendiger Schritt, um Schwierigkeiten und Hindernisse zu erkennen, abzubauen und neue Lösungen in die Breite zu tragen.



Exemplarische Umsetzung in Modellvorhaben

Den Städten und Gemeinden obliegt die kommunale Daseinsvorsorge. Sie sind dem örtlichen Gemeinwohl verpflichtet und deshalb dafür zuständig, die Transformation im Interesse des Gemeinwohls zu koordinieren. In Umsetzung und Betrieb erweisen sich dabei vielfältige unternehmerische Strategieoptionen als sinnvoll. Bei der Implementierung multifunktionaler und differenzierter Systemlösungen für Wasser-, Energie- und Ressourcenmanagement werden Anlagen und Leitungen auf der Ebene von Stadt, Quartier und Gebäude teilweise dezentralisiert oder vom öffentlichen Raum in private Grundstücke oder Gebäude verlagert. Um solche Anlagen und Leitungen weiterhin betreiben zu können, bedarf es neuer Kooperationsformen zwischen Ver- und Entsorgungsträgern sowie der Bürgerschaft.



Gemeinsam mit der Praxis

Im Projekt KREIS wird im Hamburger Demonstrationsvorhaben Stadtquartier Jenfelder Au regenerative Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung gekoppelt. Dieses „Leuchtturm“-Vorhaben in Sachen trennender Sanitärsysteme wird erheblich zur ökologischen Nachhaltigkeit des Stadtteils beitragen. Erarbeitet und erprobt wird dafür zudem ein Kooperationsmodell. Mit ihm lässt sich auf die neuen Anforderungen an Planungsprozesse, die für das Umsetzen innovativer Sanitärsysteme notwendig sind, reagieren, können günstige Akteurskonstellationen ermittelt und ein bewusstes Kooperationsmanagement aufgebaut werden.

## PROJEKTBEISPIEL „KREIS“

### Regenerative Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung koppeln – das Beispiel Hamburg Jenfelder Au

In der Jenfelder Au in Hamburg werden innovative Konzepte und Verfahren für die Versorgung und Entsorgung im urbanen Raum am Beispiel einer konkreten Umsetzung des HAMBURG WATER Cycle® (HWC) erforscht, weiterentwickelt und angewendet.

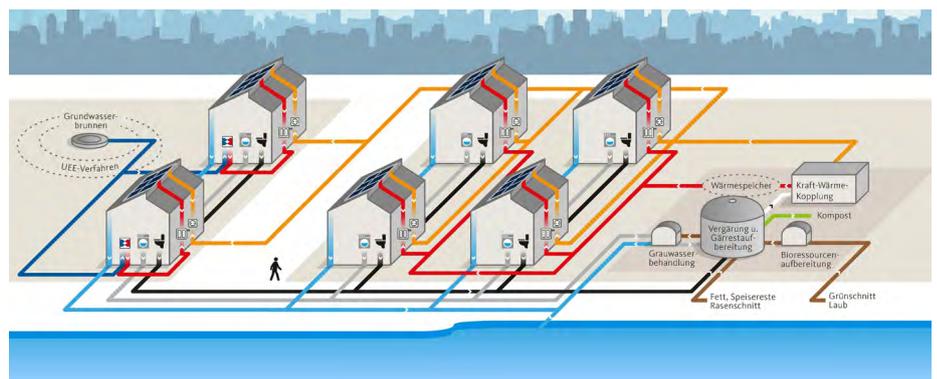
Beim HWC liegen die Abwasserteilströme „Schwarzwasser“ (Abwasser aus den Toiletten, stark verschmutzt), „Grauwasser“ (Abwasser aus Küche und Bad, gering verschmutzt) und „Niederschlagswasser“ getrennt voneinander vor. Nicht alle diese Teilströme müssen mit gleich hohem Aufwand behandelt werden, so dass sich Einsparungen bezüglich Energie, Ressourcen und letztlich Kosten ergeben.

Das INIS-Forschungsverbundprojekt KREIS hat die Demonstration des HWC am Standort Jenfelder Au umfassend wissenschaftlich begleitet. Unter dem Motto „Versorgen durch Entsorgen“ wurden zahlreiche Fragestellungen zu den Themen Energie- und Entwässerungstechnik, Behandlung und Reststoffnutzung sowie ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Bedeutung des Konzeptes bearbeitet.

Die Haushalte werden mit Unterdrucktoiletten ausgestattet, so dass der Trinkwasserbedarf für die Toilettenspülung signifikant reduziert werden kann und gleichzeitig eine starke Verdünnung des Schwarzwassers vermieden wird. Mit dem aus dem Schwarzwasser und anderen Co-Substraten gewonnenen Biogas werden in einem quartierseigenen Heizkraftwerk klimaneutral Wärme und Strom für den neuen Stadtteil erzeugt, das heißt, etwa 40 Prozent der benötigten Wärme und bis zu 50 Prozent des benötigten Stroms lassen sich klimaneutral und lokal erzeugen.

KREIS hat die Umsetzung des HWC im Stadtquartier Jenfelder Au aus ökonomischer Sicht analysiert und mit konventionellen Infrastruktursystemen für Energie und Abwasser verglichen – auch um die Potenziale für die künftige Anwendung des Konzeptes zu identifizieren.

Gesamtkonzeption für ein Stadtquartier



In Jenfeld ist die Erstellung der Grauwasser- und Schwarzwasserableitungssysteme abgeschlossen. Erste Bewohnerinnen und Bewohner werden Anfang des Jahres 2017 in das neue Quartier einziehen.

#### Kontakt und weitere Informationen

Bauhaus-Universität Weimar,  
 Professur Siedlungswasserwirtschaft  
 Prof. Dr.-Ing. J. Londong  
 Tel.: +49 3643 584615  
 E-Mail: joerg.londong@uni-weimar.de  
 Internet: [www.kreis-jenfeld.de](http://www.kreis-jenfeld.de)  
[www.hamburgwatercycle.de](http://www.hamburgwatercycle.de)  
[www.hamburg.de/projekt-jenfelder-au/](http://www.hamburg.de/projekt-jenfelder-au/)

Das Projekt netWORKS 3 unterstützt Kommunen und Wasserwirtschaft dabei, neuartige Systemlösungen umzusetzen. Es konzentriert sich am Beispiel städtischer Bestandsgebiete in Frankfurt am Main und Hamburg auf vorhandene Wasserinfrastruktur, die bei der Umgestaltung berücksichtigt wird.

#### PROJEKTBEISPIEL „netWORKS 3“

##### Die Wasser-Energie-Schnittstelle im Passivhaus: das letzte Energieleck schließen

Für die Stadt Frankfurt am Main ist der Passivhausbau ein wichtiger Baustein, um ihre energetischen Ziele zu erreichen. Dabei ist der Wärmeverlust über das Abwasser die Stelle, an der noch große Energiemengen ein Passivhaus verlassen. Ansonsten sind nahezu alle Wärmeemissionen im Passivhaus unterbunden. Die Wärme gelangt durch die Nutzung von Warmwasser beim Duschen, Waschen usw. in das Wasser und wird mit dem gebrauchten Wasser normalerweise in die Kanalisation abgeleitet. Daher wird davon ausgegangen, dass der Großteil des Warmwassers in das weniger verschmutzte Grauwasser (häusliches Abwasser ohne Toilettenwasser) gelangt.

Die Idee der Frankfurter Pilotanlage ist es folglich, den Grauwasserstrom getrennt zu erfassen und Ressourcen zurückzugewinnen. Da dieser Abwasserstrom der weniger verschmutzte ist, wird neben der Wärmerückgewinnung auch die Aufbereitung des Grauwassers zu Betriebswasser attraktiv. Dieser Aufgabe wird im Rahmen der Umsetzung

unter federführender Verantwortung der ABG FRANKFURT HOLDING nachgegangen: Im Stadtteil Bockenheim entsteht ein Passivhausneubau mit 66 Wohnungen und einer Kindertagesstätte. In diesem Gebäudekomplex werden sowohl innovative Technologien der Wärmerückgewinnung aus Abwasserströmen als auch der Grauwasserbehandlung und Betriebswassernutzung eingesetzt und erprobt. Dabei werden die beschriebenen Überlegungen wissenschaftlich überprüft. In einem Gebäudeteil wird Wärme aus häuslichem Abwasser zurückgewonnen. Im zweiten Gebäudeteil werden Grauwasser und Schwarzwasser (Toilettenabwasser) getrennt – das Ganze in Kombination mit Wärmerückgewinnung aus beiden Teilströmen. Zudem wird in diesem Gebäudeteil das Betriebswasser zur Toilettenspülung wiederverwendet.

Der Passivhausbau ist abgeschlossen, und alle Anlagen sind installiert. Im Sommer 2016 werden die Wohnungen bezogen, die Anlagen können im Herbst in Betrieb gehen. Dann beginnen das Monitoring und die Auswertung der Betriebsdaten durch die ABGnova GmbH. Parallel dazu befragt das ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung die Bewohnerinnen und Bewohner zu ihrem Nutzungsverhalten und ihrer Bewertung der installierten Technik. Es wird interessant sein zu erfahren, inwiefern sich die Planungsdaten dann bestätigen: Bis zu 50 Prozent der 60 Liter Trinkwasser pro Person und Tag, die für die Toilettenspülung anfallen, lassen sich, so die Annahme, durch Betriebswasser ersetzen. Zudem wird erwartet, 17 Prozent des Wärmebedarfs, der in dem Gebäude für die Warmwasserbereitung benötigt wird, im Jahresverlauf aus dem Abwasser gewinnen zu können. Die hier vorgestellte Umsetzung zeigt, welche neuen Lösungsansätze sich für Städte und Kommunen an der Schnittstelle Wasser – Abwasser – Energie ergeben können.



Ansicht des im Bau befindlichen Wohnblocks mit Beschreibung, wie Wärmerückgewinnung und Grauwasserverwertung in den jeweiligen Gebäudehälften implementiert werden. Das Betriebswasser wird für die Toilettenspülung genutzt.

**Kontakt und weitere Informationen**

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung

Dr.-Ing. Martina Winker

Tel.: +49 69 707691953

E-Mail: [winker@isoe.de](mailto:winker@isoe.de)

Internet: [www.networks-group.de](http://www.networks-group.de)

ABGnova GmbH

Sabine Kunkel

E-Mail: [s.kunkel@abgnova.de](mailto:s.kunkel@abgnova.de)

Internet: [www.abgnova.de](http://www.abgnova.de)

**Was sagt die Praxis dazu?**

*„Die ABG FRANKFURT HOLDING GmbH, Frankfurt, und die ABGnova GmbH wollen die Energieverluste von Gebäuden senken und sind daher an Energierückgewinnung aus Grauwasser interessiert. Wir machen bei netWORKS 3 mit, um relevante Akteure kennenzulernen, um uns zu vernetzen und aus Erfahrungen zu lernen. Insbesondere interessieren uns Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Aufwand während des Betriebes.“ – Bernd Utesch, Geschäftsführer ABGnova GmbH*



Die vom BMBF auf den Weg gebrachte Forschung in der Fördermaßnahme INIS setzt Impulse für die zukunftsfähige Weiterentwicklung der deutschen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Erkenntnisgewinn und -zuwachs allein reichen jedoch nicht aus, um die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen zu bewältigen. Modell- und Demonstrationsprojekte sind ein erster wichtiger Schritt, die Machbarkeit nachzuweisen und den Abstand zwischen Erkenntnissen und tatsächlicher Umsetzung deutlich zu verringern. Gesellschaft, Medien und besonders die Politik sind gefordert, die Umsetzung noch beherzter anzugehen.

## 4 Übersicht aller INIS-Projekte nach Themenschwerpunkten

### Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>KREIS</b>      | Demonstrationsvorhaben Stadtquartier Jenfelder Au – Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung |
| <b>NaCoSi</b>     | Nachhaltigkeitscontrolling siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme – Risikoprofil und Steuerungsinstrumente                       |
| <b>netWORKS 3</b> | Intelligente wasserwirtschaftliche Systemlösungen in Frankfurt am Main und Hamburg  |
| <b>SinOptiKom</b> | Sektorübergreifende Prozessoptimierung in der Transformation kommunaler Infrastrukturen im ländlichen Raum                        |
| <b>TWIST++</b>    | Transitionswege Wasserinfrastruktursysteme: Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum                |

### Konzepte und Systeme zur Sicherung der Wasserversorgung

|              |  |
|--------------|--|
| <b>EDIT</b>  | Entwicklung und Implementierung eines Anreicherungs- und Detektionssystems für das Inline-Monitoring von wasserbürtigen Pathogenen in Trink- und Rohwasser   |
| <b>NAWAK</b> | Entwicklung nachhaltiger Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft unter den Bedingungen des klimatischen und demografischen Wandels |

### Anpassungs- und Optimierungsstrategien für die Stadtentwässerung

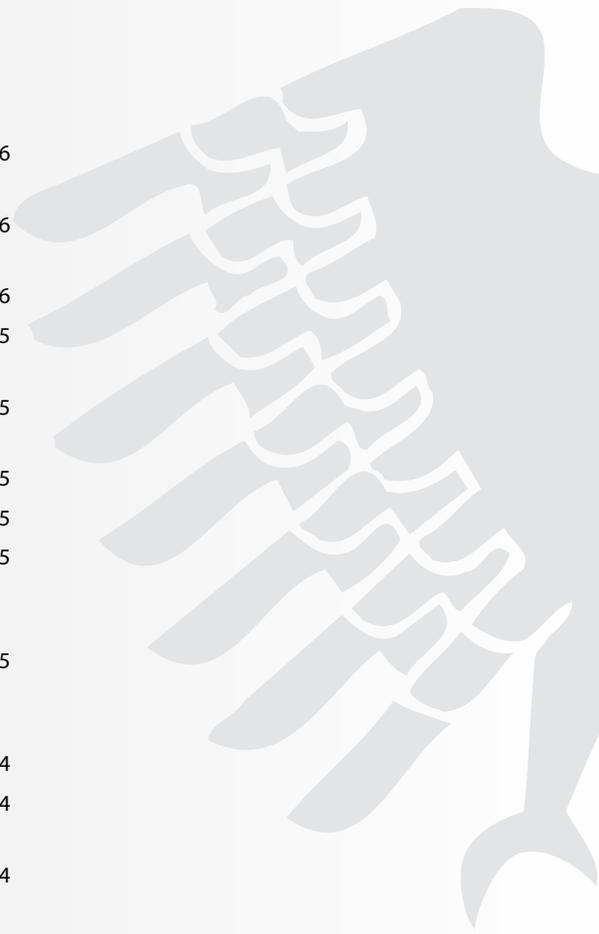
|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>KURAS</b>    | Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme   |
| <b>SAMUWA</b>   | Die Stadt als hydrologisches System im Wandel – Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts |
| <b>SYNOPSIS</b> | Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung und den Betrieb von Stadtentwässerungssystemen               |

### Verfahren für eine nachhaltige Abwasseraufbereitung

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>nidA200</b>         | Nachhaltiges, innovatives und dezentrales Abwasserreinigungssystem inklusive der Mitbehandlung des Biomülls auf Basis alternativer Sanitärkonzepte |
| <b>NoNitriNox</b>      | Planung und Betrieb von ressourcen- und energieeffizienten Kläranlagen mit gezielter Vermeidung umweltgefährdender Emissionen                      |
| <b>ROOF WATER-FARM</b> | Sektorübergreifende Wasserressourcennutzung durch gebäudeintegrierte Landwirtschaft  |

## BISHER IN DIESER REIHE ERSCHIENEN

|         |  |            |
|---------|--|------------|
| No. 138 | Bundeswehr und Kommunen  | 11/2016    |
| No. 137 | Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden<br>Neuaufgabe 2016  | 6/2016     |
| No. 136 | Deutschland umbauen: Reformen umsetzen, Integration gestalten –<br>Bilanz 2015 und Ausblick 2016 der deutschen Städte und Gemeinden              | 1-2/2016   |
| No. 135 | Kommunale Entwicklungszusammenarbeit   | 12/2015    |
| No. 134 | Szenario-Management für Städte und Gemeinden<br>Leitfaden und Anwendungsbeispiele  | 11-12/2015 |
| No. 133 | Starkregen und Hitzewellen: Die Stadt im Klimawandel fordert<br>die kommunale Wasserwirtschaft heraus  | 11-12/2015 |
| No. 132 | Gemeinden mit Aussicht   | 6/2015     |
| No. 131 | Mit starken Kommunen die Energiewende zum Erfolg führen!   | 5/2015     |
| No. 130 | Kommunen entlasten, Reformen umsetzen, Infrastruktur-<br>offensive starten – Bilanz 2014 und Ausblick 2015 der<br>deutschen Städte und Gemeinden | 1-2/2015   |
| No. 129 | Kommunale Impulse generationenübergreifender Arbeit –<br>Hintergründe und Einblicke aus dem Aktionsprogramm<br>Mehrgenerationenhäuser            | 12/2014    |
| No. 128 | Erlass der Grundsteuer nach § 33 GrStG   | 10/2014    |
| No. 127 | Städte und Gemeinden bringen Bürger in Bewegung –<br>Bewegungsparcours im öffentlichen Raum  | 9/2014     |
| No. 126 | Windenergieanlagen auf kommunalem Boden –<br>zwischen Ausschreibung und Vergaberechtsfreiheit  | 9/2014     |
| No. 125 | Auslaufende Konzessionsverträge – Ein Leitfaden für die<br>kommunale Praxis – 2. Auflage   | 7-8/2014   |
| No. 124 | Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden   | 6/2014     |
| No. 123 | Bevölkerungsschutz in Städten und Gemeinden  | 6/2014     |
| No. 122 | Kommunale Europaarbeit – Strukturen und Arbeitsformen  | 4/2014     |
| No. 121 | Mit Reformen vom Vater Staat zum Bürgerstaat – Bilanz 2013<br>und Ausblick 2014 der deutschen Städte und Gemeinden                               | 1-2/2014   |
| No. 120 | Windenergieanlagen – Strategien zur kommunalen Steuerung<br>und Wertschöpfung – Beispielfälle für die kommunale Praxis                           | 10/2013    |
| No. 119 | Konzessionsverträge und Konzessionsabgaben<br>Hinweise für die kommunale Praxis – 3. Auflage   | 7-8/2013   |
| No. 118 | Wirtschaftsförderung – Aufgaben, Organisation und<br>Schwerpunkte der kommunalen Wirtschaftsförderung  | 7-8/2013   |
| No. 117 | Bürgerbeteiligung bei kommunalen Vorhaben<br>und in der Stadtentwicklung   | 6/2013     |



**DStGB**  
Deutscher Städte-  
und Gemeindebund  
[www.dstgb.de](http://www.dstgb.de)

Marienstraße 6 · 12207 Berlin  
Telefon 030 77307-0  
Telefax 030 77307-200  
E-Mail: [dstgb@dstgb.de](mailto:dstgb@dstgb.de)  
Internet: [www.dstgb.de](http://www.dstgb.de)



Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH  
Dr. Stephanie Bock, Dr. Darla Nickel  
Zimmerstraße 13-15, 10969 Berlin  
E-Mail: [bock@difu.de](mailto:bock@difu.de), [nickel@difu.de](mailto:nickel@difu.de)  
Internet: [www.difu.de](http://www.difu.de)

Konzeption und Layout:  
WINKLER & STENZEL GmbH  
Postfach 1207 · 30928 Burgwedel  
Telefon 05139 8999-0  
Telefax 05139 8999-50  
E-Mail: [info@winkler-stenzel.de](mailto:info@winkler-stenzel.de)  
Internet: [www.winkler-stenzel.de](http://www.winkler-stenzel.de)