

# DStGB DOKUMENTATION N° 133

## Starkregen und Hitzewellen: Die Stadt im Klimawandel fordert die kommunale Wasserwirtschaft heraus

Themen, Projekte und Lösungen  
aus der BMBF-Fördermaßnahme INIS



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

**ifu**  
Deutsches Institut  
für Urbanistik



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Nachhaltiges  
Wassermanagement  
BMBF

# Impressum

## Herausgeber:

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

## Texte:

Dr. Stephanie Bock, Dr. Jens Libbe und Dr. Darla Nickel (alle Difu). Die Projektdarstellungen in Kapitel 3 wurden von den jeweiligen Projektbearbeiterinnen und -bearbeitern zur Verfügung gestellt.

## Redaktion:

Klaus-Dieter Beißwenger (Difu)

## Gestaltung, Satz und Druck:

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:

Wokandapix/pixabay.de, debscherrer/pixabay.de, Wolgreen/Wikimedia Commons, matsuo/istockphoto.com (Titel, v. li.), sl\_photo/shutterstock.com (2), Bernhardt Link (3), Maic Verbücheln (4 o.), Deutscher Wetterdienst (4 u.), FF-Kostheim/Flickr (5 li.), Heiko Kürverling/shutterstock.com (5 re.), Martin Kraft/photo.martinkraft.com (6), Difu (7), Christian Schwier/fotolia.com (8), Difu (9 und 10), Projekt EDIT (11), PublicDomainPictures/pixabay.de (12 o.), Maic Verbücheln (12 u.), Projekt KURAS (13), TU Braunschweig (14 li.), kaz/pixabay.de (14 re.), Lothar Fuchs/itwh (15), Universität Stuttgart (17), Joe Shoe/flickr.com (18), Geofreund/pixabay.de (19).

Berlin, Oktober 2015

1. Auflage

# Inhalt

	<b>Vorwort des Deutschen Städte- und Gemeindebundes</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Extremereignisse und Klimawandel fordern die Wasserwirtschaft heraus</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Die BMBF-Fördermaßnahme INIS</b>	<b>7</b>
	2.1 INIS – Teil eines größeren Ganzen	7
	2.2 Alle Themen und Projekte im Überblick	7
	2.3 Gezielte Verbreitung der INIS-Ergebnisse	8
<b>3</b>	<b>INIS-Forschungsthemen und -projekte</b>	<b>10</b>
	3.1 Technische Lösungen	10
	<b>Projektbeispiel „EDIT“: Hygienemonitoring von Roh- und Trinkwasser</b>	<b>10</b>
	<b>Projektbeispiel „KURAS“: Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme</b>	<b>12</b>
	3.2 Entscheidungshilfen	13
	<b>Projektbeispiel „NAWAK“: Nachhaltige Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft</b>	<b>13</b>
	<b>Projektbeispiel „SYNOPSE“: Synthetische Niederschlagszeitreihen</b>	<b>15</b>
	3.3 Umsetzungsstrategien auf Stadt- und Regionalebene	16
	<b>Projektbeispiel „SAMUWA“: Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Übersicht aller INIS-Projekte nach Themenschwerpunkten</b>	<b>19</b>

## Vorwort des Deutschen Städte- und Gemeindebundes



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

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits heute in unseren Städten und Gemeinden deutlich spürbar. Extremwetterereignisse wie Hochwasser, „urbane Sturzfluten“, Starkregen, aber auch Hitzewellen, Trockenheit und Stürme nehmen deutlich zu. Den Kommunen kommt daher gerade beim Thema Klimaanpassung eine zentrale Rolle zu. Zum einen sind sie in hohem Maße direkt vom Klimawandel betroffen, zum anderen befassen sie sich bereits seit vielen Jahren mit Konzepten und Maßnahmen zu Klimaschutz und Klimaanpassung. Diese Maßnahmen erfordern sowohl spezifische Lösungen einzelner Ressorts als auch die Nutzung von Synergien.

Die zunehmenden Schwankungen und Extreme der klimatischen Verhältnisse und des Wasserhaushaltes stellen in besonderem Maße die kommunale Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen. Um die Leistungsfähigkeit dieser Branche dauerhaft zu erhalten und möglichst zu verbessern, sind Schritte zur Anpassung der kommunalen Wasserwirtschaft an die Folgen des Klimawandels erforderlich.

Technische Innovationen, unterstützende Instrumente und beispielhafte Wege, wie sich Städte und Gemeinden besser auf den Klimawandel und Wetterextreme einstellen können, werden 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 arbeiten gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern aus Kommunen, Ver- und Entsorgungsbetrieben, Planungs- und Ingenieurbüros an passgenauen und praxisgerechten Lösungen für eine zukunftsfähige kommunale Wasserwirtschaft.

Im Mittelpunkt stehen hierbei neben konkreten Ansätzen zur Optimierung der Trinkwasser- und Abwasserentsorgung unter betrieblichen und technischen Gesichtspunkten auch Konzepte zur Regenwasserbewirtschaftung, die gleichzeitig vor Überflutungen schützen und das Stadtklima und die Freiraumqualität verbessern. Erarbeitet werden zudem Planungsinstrumente, die die Stadt als Ganzes in den Blick nehmen und die Infrastrukturentwicklung mit der Stadtentwicklungs- und Freiraumplanung verknüpfen. Die vorliegende Dokumentation gibt erste Praxishinweise zu einer integrierten Freiraumgestaltung, zur Regenwasserbewirtschaftung und Überflutungsvorsorge. Zudem werden Hilfestellungen für den Umbau der Wasserinfrastruktur für die „Stadt der Zukunft“ gegeben, um für die mit dem Klimawandel verbundenen Veränderungen auch tatsächlich gewappnet zu sein.

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

Ihr Dr. Gerd Landsberg



# 1 Extremereignisse und Klimawandel fordern die Wasserwirtschaft heraus

## Das Klima verändert sich auch bei uns

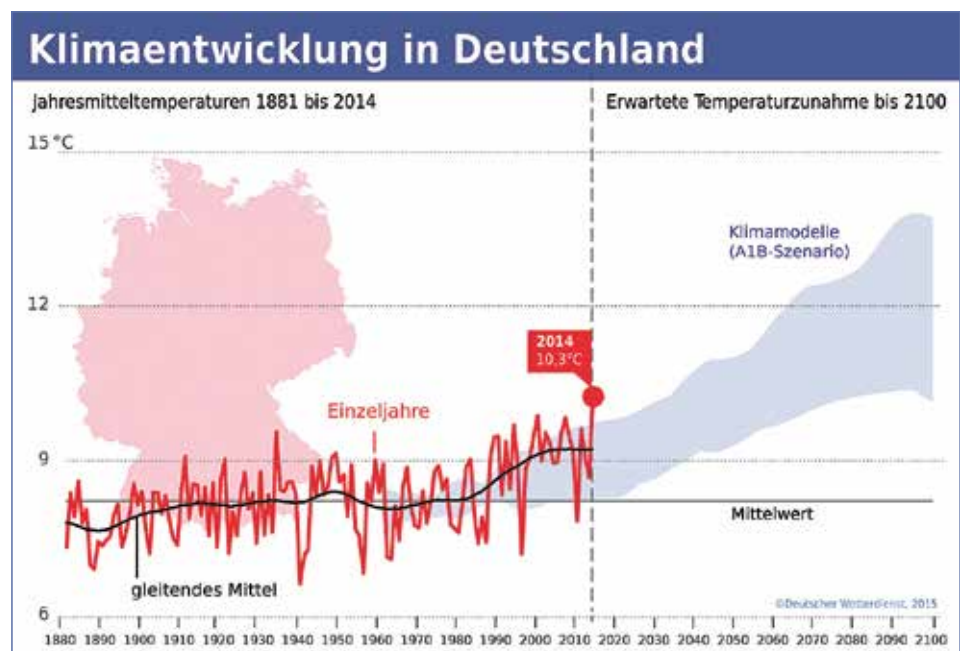
Das Klima verändert sich weltweit und auch in Deutschland. Welche Klimatrends sich hierzulande abzeichnen, zeigt ein Blick auf die Daten des Deutschen Wetterdienstes im Zeitverlauf.

**In Deutschland wird es wärmer.** Die mittlere Jahrestemperatur ist in den letzten drei Jahrzehnten ungebrochen gestiegen. Die Zunahme von insgesamt 1,3 Grad Celsius seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 ist höher als die Zunahme im globalen Mittel. Neun der zehn wärmsten Jahre in Mitteleuropa wurden seit 1994 verzeichnet.

**In Deutschland wird es insgesamt nasser.** Seit 1881 sind auch die mittleren Jahresniederschlagsmengen deutlich gestiegen. Ursächlich hierfür sind in erster Linie die Winterniederschläge, die heute um mehr als ein Viertel höher liegen als vor rund 135 Jahren. Die Sommermonate wurden hingegen in den meisten Bundesländern etwas trockener, in manchen Regionen wie im ohnehin vergleichsweise trockenen Nordosten mitunter in besorgniserregendem Ausmaß.

## Deutschland muss sich auf mehr Extremwetterereignisse einstellen.

Die Ergebnisse regionaler Klimamodelle lassen nicht nur erwarten, dass sich die genannten Entwicklungen zukünftig fortsetzen. Es ist vielmehr damit zu rechnen, dass regionale Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Dürren, Stürme und sommerlicher Starkregen zunehmen. Auch die bereits heute feststellbaren regionalen und jahreszeitlichen Unterschiede werden sich wohl vergrößern.



### **Kommunale Wasserwirtschaft ist vom Klimawandel betroffen**

Das Klima prägt den Handlungsrahmen der Wasserwirtschaft wie kaum ein anderer Faktor. Wasserwirtschaft meint hier die Gesamtheit der Aufgaben im Zusammenhang mit der Gewährleistung kommunaler Wasserdienstleistungen, mit Bewirtschaftung und Schutz der Gewässer sowie mit dem Schutz von Bevölkerung und Kulturgütern vor Flutschäden. Die deutsche Wasserwirtschaft gilt im Vergleich mit anderen Industriestaaten in vielen Bereichen als gut aufgestellt und leistungsfähig. Dies liegt vor allem an technischem Know-how, anspruchsvollen Standards, hohen Anschlussraten an die zentrale Ver- und Entsorgung, einem insgesamt reichen Wasserdargebot und kontinuierlichen Investitionen in die Infrastruktur. Dennoch fordern auch hierzulande die hydrologischen und klimatischen Verhältnisse mit ihren regionalen und jahreszeitlichen Schwankungen und Extremen sowie zunehmend ihrem langfristigen Wandel die Wasserwirtschaft dauerhaft heraus.

Die beiden Jahrhunderthochwasser in den Jahren 2002 und 2013 verursachten allein in Deutschland Schäden von über 20 Milliarden Euro. Dies verdeutlicht Verwundbarkeit und Handlungsbedarf mit Blick auf Hochwasservorsorge und Hochwasserschutz. Und der Hitzesommer 2015 zeigte: Auch anhaltende Dürren, wie zum Beispiel in Teilen Frankens, wirken sich deutlich negativ auf das Abflussverhalten der Flüsse, die Gewässerqualität und die regionale Wasserverfügbarkeit aus. Wichtige Wirtschaftszweige wie Landwirtschaft, Schifffahrt, Energieversorgung und Tourismus sowie natürliche Lebensräume leiden besonders. Klimaschwankungen und -extreme belasten auch die kommunalen Wasserinfrastrukturen ganz erheblich: Trockenheit beeinträchtigt Menge und Qualität der Trinkwasserversorgung, bislang meist räumlich und zeitlich begrenzt. Starkregen führt an vielen Orten immer wieder zu Überlastungen der Kanäle mit innerstädtischen Überflutungen und gewässerschädigenden Mischwasserüberläufen als Folge.



### **Die Wasserwirtschaft anzupassen ist unerlässlich**

Welche Folgen der Klimawandel zukünftig für die Wasserwirtschaft hat und wie schnell sich die Veränderungen vollziehen, lässt sich nicht mit Sicherheit vorhersagen. Die skizzierten Herausforderungen und Veränderungen machen aber deutlich: Weitere Schritte zur Anpassung der Wasserwirtschaft sind notwendig, um die Leistungsfähigkeit dieser Branche zu erhalten und möglichst zu verbessern. Gefragt sind besonders Maßnahmen, welche die bestehenden Unsicherheiten mit ins Kalkül ziehen. Dies bedeutet: Sie müssen möglichst flexibel sein, damit sie an unterschiedliche Folgen und Ausprägungen des Klimawandels angepasst werden können.

### **Städte und Gemeinden sind von zentraler Bedeutung**

Bei der Anpassung an den Klimawandel kommt den Städten und Gemeinden eine zentrale Rolle zu. Zum einen sind sie in hohem Maße vom Klimawandel betroffen. Mit ihrer hohen Bevölkerungsdichte und ihrem wertvollen Bestand an Gebäuden und Infrastrukturen sind gerade die Städte durch Starkregen, Überflutungen, Hochwasser und Hitze besonders gefährdet. Nicht weniger wichtig für das Wohlergehen der Bevölkerung und das Prosperieren der Gesellschaft ist es, Wasserdienstleistungen wie Trinkwasserversorgung, Stadtentwässerung und Abwasserreinigung – originäre Aufgaben der kommunalen Daseinsvorsorge – sicher und zuverlässig bereitzustellen. Zum anderen sind die Städte und Gemeinden mit den Problemen besonders vertraut. Sie kennen die lokalen Bedingungen, können Risiken und Chancen vor Ort am besten bewerten und die passenden Partner mobilisieren. Die Städte und Gemeinden sind bereits seit vielen Jahren im Klimaschutz aktiv und leisten ihren Beitrag zur Energiewende. Viele Kommunen befassen sich auch mit den Folgen des demografischen Wandels. In den letzten Jahren sind vermehrt kommunale Anstrengungen zur Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels hinzugekommen. Dabei wurden gute Lösungen gefunden und wichtige Lernerfahrungen gemacht. Es gilt also die Devise, Synergien mit Blick auf sonstige Entwicklungen und Anpassungen zu ermitteln und zu nutzen und von den Erfahrungen anderer zu lernen.



Die Elbe bei Magdeburg im Sommer 2015: nur noch ein Rinnsal



### Unterstützung kommt aus vielen Richtungen

Die Städte und Gemeinden stehen bei der Bewältigung der Herausforderungen nicht alleine da. Unterstützung kommt aus verschiedenen Richtungen. Die Bundesregierung unterstützt die Anpassung an den Klimawandel auf regionaler und kommunaler Ebene im Handlungsfeld Wasserwirtschaft und in weiteren Bereichen. Dazu stellt sie 1.) Informationen und Werkzeuge bereit, zum Beispiel, indem sie Risiken und Handlungsoptionen ermittelt und bewertet; sie schafft 2.) einen geeigneten Ordnungsrahmen und fördert 3.) gezielt Anpassungsmaßnahmen. Die Beiträge der Bundesregierung sind in der „Deutschen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ samt Aktionsplan zusammengefasst und bieten auch einen Orientierungsrahmen für die Städte und Gemeinden. Mittlerweile haben viele Bundesländer eigene Anpassungsstrategien und Fördermaßnahmen entwickelt, die auf landesspezifische Herausforderungen abstellen. Viele weitere gemeinsame Aktivitäten von Bund, Ländern und Kommunen dienen indirekt der Anpassung an den Klimawandel. So trägt die Umsetzung der europäischen Wasserrichtlinien – allen voran der Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie – dazu bei, die Wasserwirtschaft angesichts der Folgen des Klimawandels zu stärken. Nicht zuletzt sind Privatwirtschaft und Bevölkerung aufgefordert, im Rahmen des Möglichen Vorsorge zu tragen.

### Was Sie in dieser Dokumentation erwartet

Diese Dokumentation nimmt speziell die kommunalen Wasserdienstleistungen in den Blick. Sie zeigt Wege auf, wie sich Kommunen und die kommunalen Aufgabenträger besser gegen den Klimawandel und Wetterextreme wappnen können. Sie basiert auf den Erkenntnissen von Forschungsprojekten der laufenden Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Wir stellen in der Broschüre aktuelle Herausforderungen vor, führen in die BMBF-Fördermaßnahme INIS als Ganzes ein und präsentieren ausgewählte Projekte, Produkte und Erkenntnisse zum Themenkomplex „Extremereignisse und Klimawandel“, die uns für die kommunale Praxis als relevant erscheinen. Das ausgewählte Angebot reicht von der Unterstützung bei der Entscheidungsfindung über technische Systemverbesserungen bis hin zu Umsetzungsstrategien. Dabei ist klar: Die INIS-Projekte können nicht alle Themen mit Bezug zur Klimaanpassung aufgreifen oder in ihrer vollen Breite abhandeln. Zugleich ist das Themenspektrum, das von der Fördermaßnahme INIS abgedeckt wird, wesentlich größer als hier vorgestellt. Weitere INIS-Ergebnisse zum Thema „Integrierte Konzepte der Wasserver- und Abwasserentsorgung“ werden daher in einer zweiten Dokumentation vorgestellt; sie soll im Herbst 2016 erscheinen. Und Sie können selbstverständlich gerne die INIS-Webseiten ([www.bmbf.nawam-inis.de](http://www.bmbf.nawam-inis.de)) besuchen und den INIS-Newsletter abonnieren; so bleiben Sie über die Fördermaßnahme und die geförderten Projekte jederzeit informiert.

## 2 Die BMBF-Fördermaßnahme INIS



### 2.1 INIS – TEIL EINES GRÖßEREN GANZEN

Aufgelegt wurde die BMBF-Fördermaßnahme „Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (INIS) vor dem Hintergrund der erheblichen Herausforderungen, vor denen die Träger der kommunalen Wasserdienstleistungen stehen. 13 Verbundprojekte erforschen zwischen 2013 und 2016 innovative Lösungen für die Aufgabe, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung an die sich verändernden Rahmenbedingungen – Klima, Demografie, Energiepreise und Ressourcenverfügbarkeit – anzupassen. Sie erarbeiten dabei auch konkrete Handlungsempfehlungen für Sanierung, Ausbau und Umbau der Infrastruktursysteme einschließlich Finanzierung. Die Verbundprojekte werden dafür mit zusammengekommen rund 33 Millionen 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 – die meisten sind bereits gestartet – 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 in den kommenden Jahren im Mittelpunkt einer umfassenden und strategischen Forschungsförderung.

### 2.2 ALLE THEMEN UND PROJEKTE IM ÜBERBLICK

Die 13 Verbundprojekte der Fördermaßnahme INIS befassen 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.

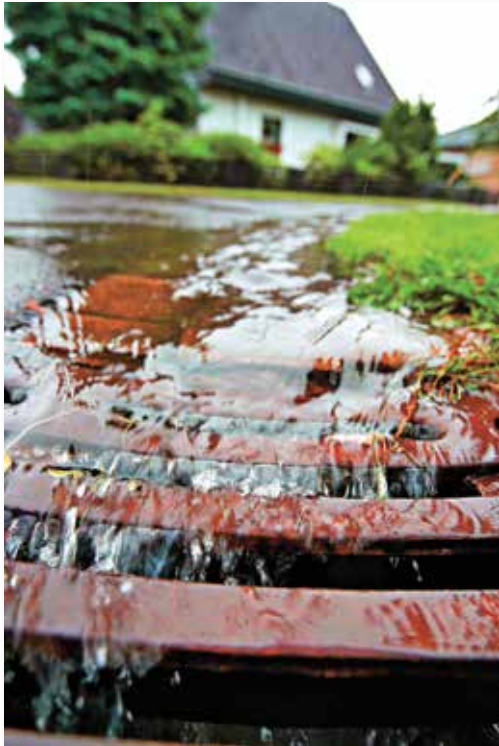
Integrierte Konzepte	KREIS NaCoSi netWORKS 3 SinOptiKom TWIST++
Wasserversorgung	EDIT NAWAK
Stadtentwässerung	KURAS SAMUWA SYNOPSIS
Abwasseraufbereitung	nidA200 NoNitriNox ROOF WATER-FARM

#### 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, zu dem 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.

#### 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 Trink-



wassers im Netz. Zum einen entwickeln die Forschungsprojekte Strategien und Entscheidungshilfen, mit deren Hilfe 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.

### **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 Niederschlags extreme 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 zum Beispiel 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. Beteiligt sind nicht nur verschiedene Wissenschaftsdisziplinen, sondern auch „die Praxis“: Kommunen, Ver- und Entsorgungsbetriebe, Planungs- und Ingenieurbüros usw. Diese arbeiteten bereits an der Festlegung der Forschungsfragen mit und führen 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.

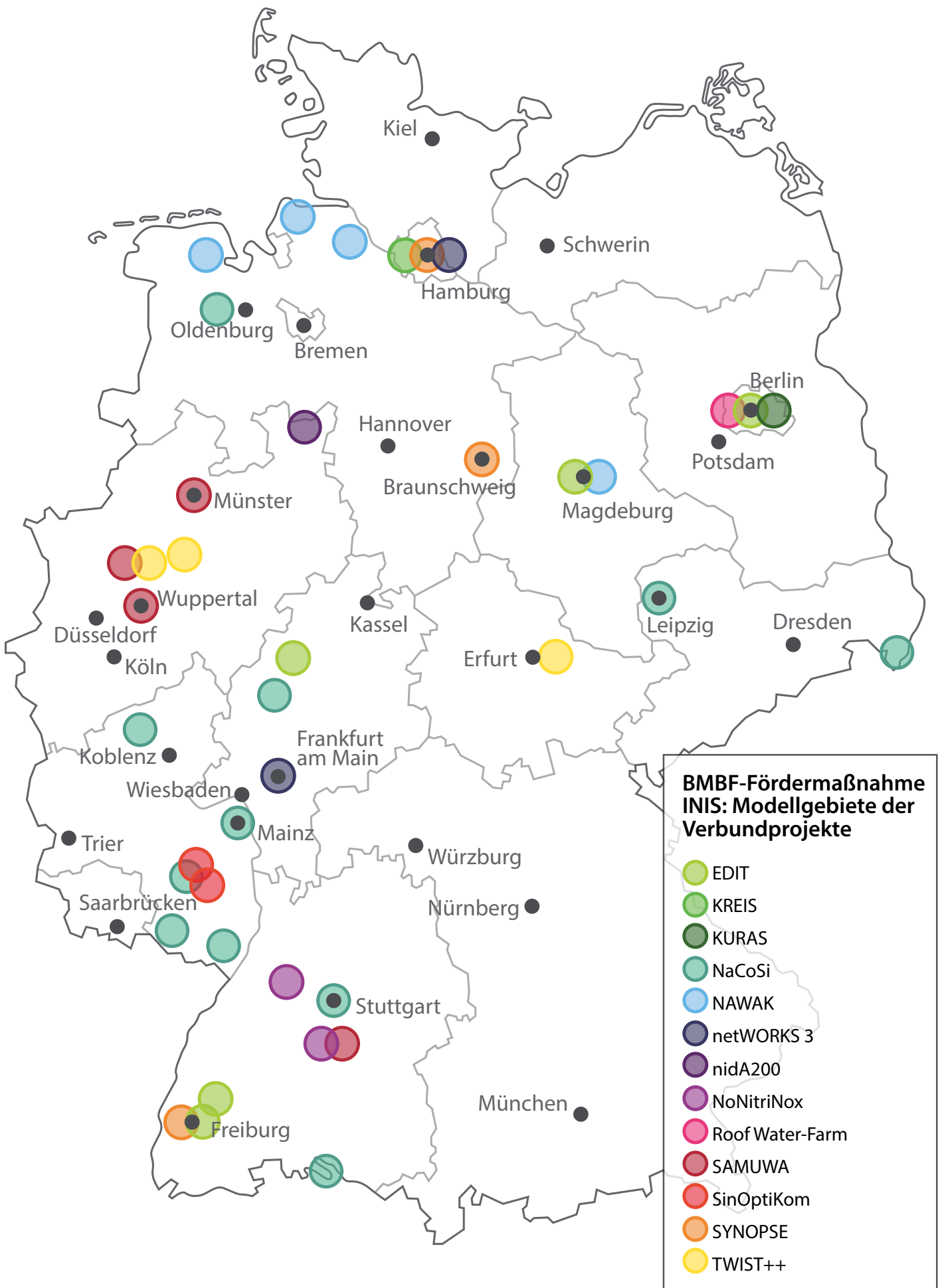
### **Projektübergreifende Zusammenarbeit**

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 Ganzes 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 Gemeinden 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 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 INIS-Forschungsthemen und -projekte

### 3.1 TECHNISCHE LÖSUNGEN

#### Monitoring: zuverlässig *und* schnell

Trinkwasser gehört zu den am besten überwachten Lebensmitteln. Regelmäßig auf mikrobiologische Verunreinigungen und andere Schadstoffe kontrolliert werden auch Gewässer, aus denen Trinkwasser gewonnen wird, gereinigtes Abwasser sowie Grundwasser, Oberflächen- und Badegewässer. Doch immer mehr klimatische Extremereignisse wie Starkregen, Trockenheit und Hitze belasten die Gewässer und gefährden deren Qualität. Sie erhöhen vorübergehend die Nähr- und Schadstoffkonzentrationen und begünstigen das Wachstum von Mikroorganismen. Da solche Veränderungen mitunter kurzfristig eintreten, kommt es darauf an, Gefahren schnell zu erkennen, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Gerade die Verfahren zum Nachweis von Krankheitserregern sind zeitaufwändig und teuer. Deshalb konzentriert sich das Projekt „EDIT – Inline-Monitoring wasserbürtiger Pathogene“ darauf, zuverlässige und zugleich schnelle Nachweisverfahren zu entwickeln. Diese werden zunächst für ihren Einsatz im Trinkwasserbereich getestet.

#### PROJEKTBEISPIEL „EDIT“:

##### Hygienemonitoring von Roh- und Trinkwasser

Gerade auch mit Blick auf die Auswirkungen des Klimawandels und des demografischen Wandels ist es im Rahmen der Trinkwasserüberwachung besonders wichtig, die hygienische Qualität von Roh- und Trinkwasser zu gewährleisten. Derzeit gängige Praxis zur Sicherstellung der mikrobiologischen Unbedenklichkeit ist die stichprobenartige Entnahme von Wasserproben durch die Wasserversorger, die anschließend im Kulturverfahren auf ein definiertes Spektrum von Indikatorbakterien und potenziellen Krankheitserregern untersucht werden. Dieser seit vielen Jahrzehnten bewährte Ansatz hat aber auch einige Nachteile. Zu diesen zählen (1) der vergleichsweise hohe Zeitbedarf (zum Teil mehrere Tage) sowie die Tatsache, dass (2) das Monitoring lediglich auf Stichproben beruht, (3) geringe Erregerkonzentrationen möglicherweise unerkannt bleiben und (4) nur auf ein eng begrenztes Erregerspektrum untersucht werden kann.

Diese Nachteile bilden den Ansatzpunkt für das Projekt EDIT („Entwicklung und Implementierung eines Anreicherungs- und Detektionssystems für das Inline-Monitoring von wasserbürtigen Pathogenen in Trink- und Rohwasser“). Die Projektpartner haben Module zur Aufkonzentrierung von Mikroorganismen in Roh- und Trinkwasser sowie für den molekularbiologischen Nachweis von Bakterien, Phagen und Viren (siehe Übersicht) entwickelt. Dabei soll zwischen

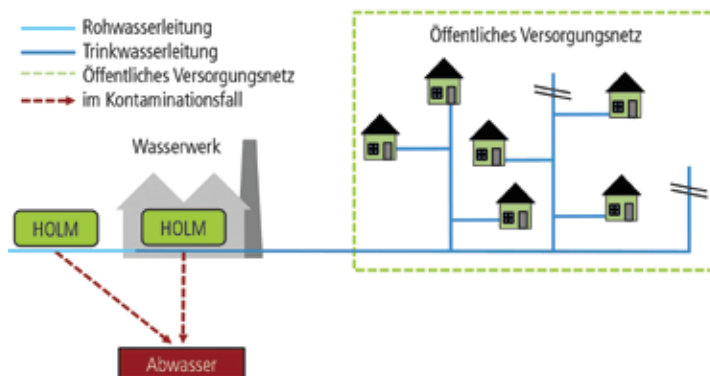
potenziell infektiösen Erregern einerseits und bereits durch die Trinkwasserdesinfektion abgetöteten Erregern andererseits unterschieden werden. Weiteres Ziel der Systementwicklung ist die weitestgehende Automatisierung des Verfahrens einschließlich Mechanismen zur Qualitäts- und Plausibilitätskontrolle der Ergebnisse.

#### Übersicht: Zielorganismen des Hygiene-Online-Monitoring-Systems (HOLM)

Bakterien	Viren	Phagen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Escherichia coli</i></li> <li>• <i>Enterococcus faecalis</i></li> <li>• <i>Pseudomonas aeruginosa</i></li> <li>• <i>Campylobacter jejuni</i></li> <li>• <i>Klebsiella pneumoniae</i> und <i>Klebsiella oxytoca</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norovirus GGI-II</li> <li>• Adenovirus 40, 41, 52</li> <li>• Enteroviren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MS2</li> <li>• PhiX174</li> </ul> <p>– zu Validierungszwecken –</p>

Quelle: Projekt EDIT

Durch das im Projekt entwickelte Hygiene-Online-Monitoring-System (HOLM) können Wasserproben von mehreren hundert bis tausend Litern zunächst in mehreren Schritten aufkonzentriert werden. Vorhandene Krankheitserreger lassen sich anhand ihrer DNA/RNA automatisiert auf der Microarray-Analyseplattform (MCR 3) nachweisen. Mehrere Prozessschritte (Mikroankonzentration, Probenaufreinigung, Nukleinsäureextraktion, Lebend-Tot-Nachweis) werden in einem neu entwickelten „Lab-on-chip“-System integriert. Erste Systemkomponenten wurden seit Sommer 2014 im Entwicklungslabor und in der Praxis getestet; sukzessive wurden weitere Komponenten in die Tests einbezogen. Aktuell wird der gesamte Workflow erprobt, wobei neben der Systemvalidierung auch die Handhabung des Verfahrens durch Endnutzer (d.h. Wasserversorger) im Mittelpunkt steht. Zukünftig soll das System die Möglichkeit bieten, die Trink- und Rohwasserhygiene weitgehend automatisiert, schnell und zuverlässig zu überwachen.



Standardmäßige Platzierung des Hygiene-Online-Monitoring-Systems (HOLM): Monitoring von Roh- und Trinkwasser beim Wasserversorger oder im öffentlichen Versorgungsnetz

#### Kontakt und weitere Informationen

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH

Dr. Daniel Karthe

Tel.: +49 391 810 9104

E-Mail: [daniel.karthe@ufz.de](mailto:daniel.karthe@ufz.de)

Internet: [www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/edit](http://www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/edit)

#### Was sagt die Praxis dazu?

„Die Überwachung der Trinkwasserqualität zum Schutze der Bevölkerung ist unsere wichtigste Aufgabe. Dies könnten wir mit einem zuverlässigen und belastbaren Frühwarnsystem mit Online-Detektion von pathogenen Mikroorganismen im Trinkwasser besser erreichen als heute mit einer nachgelagerten Laboranalytik. Damit trifft das Ziel des F&E-Projektes EDIT in einen hoch priorisierten Bedarf der Wasserversorger.“

– Regina Gnirß, Berliner Wasserbetriebe

#### Kanalnetze: vorhandene Spielräume nutzen und neue schaffen

Im Kanalnetzbetrieb treten in der Regel dann Probleme auf, wenn zu wenig oder zu viel Regen- und Abwasser im Netz vorhanden ist. Im ersten Fall lagern sich aufgrund geringer Fließgeschwindigkeiten Feststoffe ab. Dies führt zu ungünstigen chemisch-biologischen Reaktionen mit Korrosion und unerwünschter Geruchsbildung. Im zweiten Fall nimmt die Gefahr von Überflutungen und unkontrollierten Gewässerbelastungen in der Stadt zu. Die Schäden für Infrastrukturen und Umwelt können erheblich sein. Einige INIS-Projekte arbeiten deshalb daran, die Kanalnetze unter betrieblichen und technischen Gesichtspunkten zu optimieren und den Umgang mit Starkregen und Trockenheit gleichermaßen zu verbessern. Konventionelle Maßnahmen für die Rückhaltung von Regen- und Abwasser erfordern viel Platz und hohe Investitionen. Sie kommen deshalb im begrenzten städtischen Raum und angesichts knapper Finanzen nicht immer in Frage. Die Projekte „SAMUWA – Die Stadt als hydrologisches System im Wandel“ und „KURAS – Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme“ untersuchen und optimieren technische und betriebliche Maßnahmen, mit denen sich vorhandene Stauräume im Kanalnetz nutzen lassen, um größere Mengen Abwasser zwischenspeichern. Sie prüfen dabei, wie sich die Abflüsse im Kanal je nach Menge und Verschmutzungsgrad steuern lassen. Um den Gefahren, die mit Trockenheit verbunden sind, wirksam zu begegnen, werden im Projekt KURAS vor allem innovative Pumpsysteme entwickelt und Spülverfahren optimiert.



### Regenwasserbewirtschaftung: vor Überflutungen vorsorgen und zugleich Stadtklima und Freiraumqualität verbessern

Der Anpassung und Erweiterung von Kanalsystemen sind wirtschaftliche und räumliche Grenzen gesetzt. Für das Versickern, Rückhalten, Reinigen und Nutzen von Regenwasser am „Entstehungsort“ gibt es bewährte Lösungen, wie zum Beispiel Gründächer, Teiche, Versickerungsmulden oder klassische Regenspeicher. Grünflächen und Plätze können als vorübergehende Wasserflächen für den Zwischenstau von Starkregen genutzt werden und so zur Überflutungsvorsorge beitragen. Die INIS-Projekte KURAS und SAMUWA gehen unter anderem der Frage nach: Wie lassen sich dezentral in der Stadt verteilte Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung so einsetzen, dass sie Kanalisation und Gewässer entlasten und zugleich Stadtklima, Freiraumqualität und biologische Vielfalt verbessern? Teils noch vorhandene Wissenslücken mit Blick auf die Leistungsfähigkeit derartiger Systeme werden gefüllt. Die Projekte entwickeln auch Gestaltungsvorschläge für städtische Quartiere und Freiräume. Sie analysieren, wie entsprechende Systemlösungen wirken, um die Potenziale, aber auch die Risiken der Regenwasserbewirtschaftung zu erfassen und zu visualisieren.



### PROJEKTBEISPIEL „KURAS“:

#### Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme

Die Infrastrukturen für das Abwasser- und Regenwassermanagement garantieren einen hohen Hygienestandard und schützen die Städte vor Überschwemmungen. Bei heftigen Regenfällen geraten sie jedoch immer wieder an Kapazitätsgrenzen („Überlast“) und dann gelangt mit Regenwasser auch verdünntes Schmutzwasser direkt in die Gewässer. Im anderen Extrem sorgen sinkender Trinkwasserverbrauch und seltene Regenfälle dafür, dass Abwasser zu lange in der Kanalisation verweilt und Kanäle ungespült bleiben („Unterlast“). In diesem Fall kommt es zu Störungen in Abwasserpumpwerken, zu Verstopfungen und Korrosion in Kanälen und zu Geruchsbelästigungen aus Gullys. Diese Herausforderungen werden künftig im Zuge von Klimawandel und demografischen Entwicklungen tendenziell wachsen.

Neue technische und betriebliche Lösungen, um Kanalnetze, Pumpwerke und Klärwerke an die Herausforderungen anzupassen, sind vorhanden: Mit „intelligenten“ Maßnahmen, wie verbesserter Steuerung und baulicher Weiterentwicklung, lassen sich Kapazitäten im System besser ausschöpfen und die Nebeneffekte von Unterlast und Überlast beherrschen. Hinzu kommen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung auf Gebäude- und Quartiersebene, die das Einleiten des Regenwassers in die Kanalisation verhindern oder verlangsamen und so die Kanalisation entlasten. Mit Maßnahmen wie dem Begrünen von Gebäuden, der Anlage von Teichen oder der Nutzung von Regenwasser lassen sich neben dem Schutz der Gewässer weitere Vorteile realisieren, zum Beispiel das Stadtklima verbessern, die Freiraumqualität erhöhen oder die Artenvielfalt steigern. Es mangelt jedoch an Erfahrungen und Verfahren, wie sich diese Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung mit der Planung und dem Betrieb der Kanalisation verbinden lassen. Es fehlt etwa an einem Bewertungsinstrumentarium, um bei Entscheidungen beurteilen zu können, wie sich die Regenwasserbewirtschaftung auswirkt. Außerdem: Mit welchen Methoden lassen sich geeignete Maßnahmenkombinationen für spezifische Problemkonstellationen auf Ebene der Kanalisationseinzugsgebiete oder Stadtquartiere ermitteln? Und wie kann deren Wirksamkeit vor dem Hintergrund zukünftiger Veränderungen eingeschätzt werden?



Gemeinsame  
Maßnahmenplanung

An diesen Fragen setzt das Projekt KURAS an. Es geht vor allem darum, innovative Kombinationen von Maßnahmen zu identifizieren, mit denen die Infrastrukturen der Regen- und Abwasserentsorgung zukunftsorientiert betrieben

und angepasst und dabei weitere Ziele der Stadtentwicklung berücksichtigt werden können. Es gilt Methoden zu entwickeln, mit denen sich die Potenziale und Risiken mit Blick auf Bewohnerschaft, Umwelt und Fragen der Wirtschaftlichkeit quantitativ ermitteln lassen. Umfangreiche Recherchen und Messprogramme schaffen dafür die Wissensbasis. Für einzelne Stadtquartiere prüft KURAS mit Hilfe von Entwicklungsszenarien und Modellsimulationen, wie gut verschiedene Maßnahmen „zusammenspielen“. Dabei werden bestehende Werkzeuge der Entscheidungsunterstützung erweitert. Zudem werden zukunftsfähige Finanzierungsmodelle und ordnungsrechtliche Maßnahmen vorgeschlagen, um eine stärkere Integration von Infrastruktur- und Stadtentwicklung zu ermöglichen.

#### Kontakt und weitere Informationen

Technische Universität Berlin

Prof. Paul Uwe Thamsen (Abwasserschwerpunkt)

Tel.: +49 30 314 25262

E-Mail: paul-uwe.thamsen@tu-berlin.de

Kompetenzzentrum Wasser Berlin

Dr. Andreas Matzinger (Regenwasserschwerpunkt)

Tel.: +49 30 53653824

E-Mail: andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de

Internet: [www.kuras-projekt.de](http://www.kuras-projekt.de)

### 3.2 ENTSCHEIDUNGSHILFEN

#### Auswirkungen des Klimawandels verstehen

Wie wirken sich die Klimaveränderungen auf die kommunalen Wasserdienstleistungen im Detail aus und wie stark sind diese gefährdet? Dass wir hierüber noch so wenig wissen, liegt zum Teil am Fehlen geeigneter Daten. Dies erschwert es, Zusammenhänge oder Trends zu erkennen. Zum Teil fehlt es auch noch an einem fundierten Verständnis der komplexen Wirkungszusammenhänge. Entscheidungen über Investitionen, die über Jahrzehnte wirksam sein sollen, werden so unter großer Unsicherheit getroffen oder aus Unsicherheit gar nicht erst gefällt. Viele INIS-Projekte zielen vor diesem Hintergrund darauf ab, den Wissensstand im Hinblick auf neue Herausforderungen zu verbessern. Sie tragen zum Beispiel Wissen und Daten zusammen und interpretieren diese in ihrer

Gesamtheit. Wenn nötig führen sie eigene Datenerhebungen durch, um Informationslücken zu schließen. So untersucht das Projekt „NAWAK – Entwicklung nachhaltiger Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft“, wie sich der Klimawandel in unterschiedlichen Regionen auf Wasserdargebot und Wasserqualität auswirkt, zum Beispiel, wenn Salzwasser in die norddeutschen Grundwasserleiter (Aquifere) eindringt. Ein weiteres Beispiel: Das Projekt EDIT untersucht, wie Klimawandel und demografischer Wandel die Trinkwasserhygiene beeinflussen.

#### PROJEKTBEISPIEL „NAWAK“:

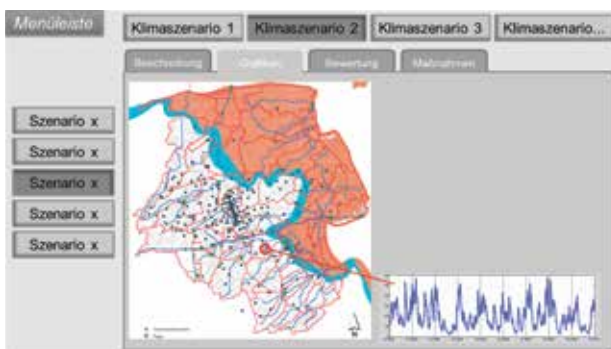
##### Nachhaltige Anpassungsstrategien für die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft

Die wasserwirtschaftlichen Infrastruktursysteme in Deutschland zeichnen sich durch eine hohe Leistungsfähigkeit aus. Deren Merkmale sind vor allem die sehr gute Trinkwasserqualität, der hohe Anschlussgrad der Haushalte an die zentralen Systeme und die damit verbundene große Versorgungssicherheit. Diese Qualität der Ver- und Entsorgung auch zukünftig zu sichern erfordert hohe Investitionen in die Infrastruktur. Bei diesen Investitionen ist zu beachten, dass sich die durch den klimatischen und demografischen Wandel ausgelösten Veränderungen zunehmend auf die Wasserressourcen und deren Verbrauch auswirken werden. Bereits heute brauchen die Wasserversorger für ihre Investitionsentscheidungen entsprechende Handlungsoptionen, die diese Entwicklungen berücksichtigen.

Fachleute aus Wissenschaft und Wasserwirtschaft entwickeln deshalb im Verbundprojekt NAWAK neue Strategien, um die Wasserversorgung langfristig auf hohem Niveau zu gewährleisten. Hierzu werden die Auswirkungen des Klimawandels vor allem in den Küstenregionen Niedersachsens untersucht. Die beteiligten Wasserversorger sehen ihre Infrastruktur künftig bedroht, vor allem durch einen Anstieg des Meeresspiegels, in dessen Folge Salzwasser in die Grundwasserleiter an den deutschen Küsten vordringt, sowie durch eine veränderte Verteilung der Niederschläge. Für die Wasserversorger ist es wichtig zu wissen, welche Faktoren das Vordringen von Salzwasser steuern und wieviel Grundwasser neu gebildet wird. Nur so können sie bestimmen, wieviel Trinkwasser unter den gegebenen regionalen Umständen gefördert werden kann. Aber nicht nur auf der Angebotsseite, sondern auch auf der Nachfrageseite ist mit Veränderungen zu rechnen: So wird es möglicherweise zu deutlich erhöhten Spitzenlasten im Sommer kommen, etwa durch mehr Tourismus an der Küste sowie einen größeren Bedarf an Beregnungswasser in der Landwirtschaft und Kühlwasser in der Industrie.

Der demografische Wandel mit dem voraussichtlichen Rückgang der Bevölkerungszahlen wird die Wasserversorgung in vielen Regionen Deutschlands durch verringerten Wasserverbrauch nachhaltig verändern. Im Projekt NAWAK werden Auswirkungen des Bevölkerungsrückgangs in Sachsen-Anhalt untersucht, einer Region, die bereits heute intensiv durch den demografischen Wandel geprägt ist. Die Projektbeteiligten aus Wissenschaft und Wasserwirtschaft prüfen, ob sich unter diesen Bedingungen die vorhandene Infrastruktur der Wasserversorgung weiter aufrechterhalten lässt.

Im Rahmen von NAWAK werden vergangene und zukünftige Beeinträchtigungen auf der Angebots- wie der Nachfrage-seite der Wasserversorgung aufgezeigt und mittels Ableitung von Szenarien untersucht. Hierbei stehen die konkreten Aufgaben und Tätigkeiten der betroffenen Wasserversorger und Kommunen im Mittelpunkt. Auf der Analyse der Szenarien aufbauend werden regionale Anpassungsstrategien für die Wasserversorgung entwickelt. Den Übergang zwischen den Ergebnissen der Analyse, zum Beispiel einer Modellierung der Grundwasserströmung, und den zu entwickelnden Anpassungsstrategien ermöglicht ein Planungsinstrumentarium, das im Verbundprojekt erarbeitet wird. Die Anpassungsstrategien werden mehrere Komponenten umfassen, zum Beispiel Optimierungen mit Blick auf Fördermengen, Förderorte und die Entnahme von Grundwasser sowie einen veränderten Umgang mit der Entwässerung von Niederschlägen. Die Auseinandersetzung mit solchen Anpassungsstrategien stärkt die Anpassungsfähigkeit der Wasserversorgung und hilft somit, die gute Wasserqualität in Deutschland aufrechtzuerhalten.



Oberfläche des Prototyps des Planungsinstrumentariums (im Entwicklungsstadium). Beispiel: Darstellung der Süß-/Salzwasser-grenze in der Modellregion Sandelermöns

### Kontakt und weitere Informationen

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
 Dr. Jens Wolf  
 Tel.: +49 531 8012 228  
 E-Mail: jens.wolf@grs.de  
 Internet: [www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/nawak](http://www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/nawak)



### Zukunftsperspektiven stärker in Entscheidungen einbeziehen

Szenarien und Simulationen sind zwei eng miteinander verwandte Instrumente, um die Zukunft zu erkunden. Sie helfen dabei, Entwicklungspfade auszuloten und die Wirkungen bestimmter Entscheidungen oder Maßnahmen zu bewerten. Szenarien stellen verschiedene, auch alternative Zukunftsentwürfe dar. Beim Entwickeln eines Szenarios steht die Frage im Mittelpunkt, wie die Zukunft aussehen könnte oder welche Zukunft wünschenswert wäre. Simulationen ermöglichen es, sich experimentell mit der Frage „was passiert, wenn...?“ auseinanderzusetzen; sie basieren meistens auf Modellen. Beide Instrumente kommen in den INIS-Projekten zum Einsatz, oft in Verbindung miteinander. Dabei dominieren quantitative – also mit numerischen Werten unterlegte – Szenarien, die von bestimmten Entwicklungstrends ausgehen und für die Durchführung von Simulationen benötigt werden. Dies ist zum Beispiel im Projekt NAWAK der Fall. In ihm werden Klima- und Demografie-Szenarien für die Wasserversorgung entwickelt. Diese bilden die Grundlage eines Entscheidungsunterstützungssystems für Kommunen und Infrastrukturbetreiber. Ähnliche Ansätze der Szenario-Entwicklung als Basis für das anschließende Bewerten von Strategien finden sich auch in den Projekten SAMUWA und KURAS.

Einige der INIS-Projekte entwickeln verbesserte Prognosen im Sinne von möglichst präzisen Vorhersagen der Zukunft. Das Projekt „SYNOPSIS – Synthetische Niederschlagsreihen für die optimale Planung von Stadtentwässerungssystemen“ etwa hat zum Ziel, realistische und flächendeckende Niederschlagsdaten in beliebiger Länge zu generieren – als Basis für das Planen, Anpassen und Steuern der Stadtentwässerung.

Szenarien, Simulationen und Prognosen sind zudem wichtige Instrumente der Kommunikation mit unterschiedlichen Entscheidungsträgern. Sie helfen dabei, die Aufmerksamkeit auf die Vielfalt von (Lösungs-)Möglichkeiten zu lenken, Wechselwirkungen und Zielkonflikte zu verdeutlichen und so für mögliche Entscheidungsfolgen zu sensibilisieren. Sie lassen sich einsetzen, um die künftige Auslegung von Infrastrukturen zu begründen. Praxispartner frühzeitig in die Entwicklung von Szenarien und Modellen einzubinden ist besonders wichtig. Auf diese Weise lässt sich auch die notwendige „Robustheit“ der Ergebnisse sichern.

## PROJEKTBEISPIEL „SYNOPSE“:

### Synthetische Niederschlagszeitreihen

Die Kanalnetze gehören in Deutschland zu den wichtigsten und teuersten Infrastruktursystemen der Kommunen. Um sie wirtschaftlich zu betreiben, zu unterhalten und weiter auszubauen, ist eine verlässliche Planung unerlässlich. Neben der sicheren Ableitung verschmutzten Wassers müssen die Kanalnetze auch für Überstauereignisse durch Starkregen ausgelegt sein – denn aus dem System austretendes Wasser kann große Schäden verursachen. Die hohe Komplexität heutiger Stadtentwässerungssysteme verlangt für optimale Planungen den Einsatz mathematischer Simulationsmodelle. Aufgrund kurzer Fließzeiten innerhalb der Systeme werden für die Berechnung Niederschlagsdaten in hoher zeitlicher Auflösung (Fünf-Minuten-Intervalle) benötigt. Entsprechende Messstationen werden allerdings erst seit wenigen Jahren betrieben und sind vergleichsweise teuer. Daher genießen nur wenige Städte den Vorteil, eine solche Station mit ausreichend langer Messreihe in unmittelbarer Nähe vorzufinden. Entsprechend müssen intelligente Infrastruktursysteme vielerorts anhand unsicherer oder ungeeigneter Niederschlagsdaten geplant werden – mit dem Risiko, dass sie wenig wirtschaftlich und nicht nachhaltig sind.

Diesem Problem kann durch die Generierung künstlicher Niederschlagszeitreihen begegnet werden. Auf Basis von Messdaten können mit unterschiedlichen Verfahren synthetische Zeitreihen erzeugt werden, welche die örtlichen Besonderheiten des Niederschlagsgeschehens gut nachbilden. Im Rahmen des Verbundvorhabens SYNOPSIS werden an den Universitäten Hannover und Stuttgart stochastische Niederschlagsmodelle entwicklungsweise weiterentwickelt. Zusätzlich wird an der Universität Augsburg die Anwendbarkeit von zeitlich und räumlich hoch aufgelösten Simulationen aus einem regionalen Klimamodell untersucht. Bei der Bewertung der Niederschläge ist besonders der abflusseitige Vergleich wichtig; dieser betrifft die vom Niederschlag hervorgerufenen Reaktionen im Kanalnetz, wie Überstauhäufigkeit und -volumen an Schächten oder die Entlastungshäufigkeit von Regenrückhaltebecken. Derartige Merkmale werden in der Praxis zur Dimensionierung von Entwässerungssystemen herangezogen und müssen von den synthetischen Niederschlägen gut nachgebildet werden. Die Untersuchungen werden beispielhaft an den Kanalnetzen der Städte Hamburg, Braunschweig und Freiburg im Breisgau durchgeführt. Die Entwässerungsbetriebe dieser drei Städte sind direkt in das Projekt eingebunden.

Innerhalb von SYNOPSIS werden Niederschlagsmodelle entwickelt, die in der Lage sind, für Orte ohne Messstation realistische Niederschlagszeitreihen beliebiger Länge zu generieren. Zunächst werden solche Modelle für die Bundesländer



Starkregenereignisse können Kanalnetze überlasten und zu Überflutungen führen

Niedersachsen und Baden-Württemberg erstellt. Darüber hinaus soll eine übertragbare, also bundesweit anwendbare Methodik entwickelt werden, um einheitliche, nachvollziehbare und vergleichbare Voraussetzungen für die Anwendung von künstlichen Regenzeitreihen zwecks Planung und Optimierung von Stadtentwässerungssystemen herzustellen. Damit wird für Städte, Gemeinden und Ingenieurbüros auch fernab hochauflösender Messstationen eine verlässliche Planungsgrundlage geschaffen.

### Kontakt und weitere Informationen

Leibniz Universität Hannover

Prof. Uwe Haberlandt

Tel.: +49 511 762 2237

E-Mail: [haberlandt@iww.uni-hannover.de](mailto:haberlandt@iww.uni-hannover.de)

Internet: [www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/synopsis](http://www.bmbf.nawam-inis.de/inis-projekte/synopsis)

### Was sagt die Praxis dazu?

*„Betreibern von Stadtentwässerungssystemen wird mit synthetischen Niederschlagsinformationen eine Datengrundlage vorliegen, mit der eine technisch und wirtschaftlich optimierte Planung ermöglicht wird.“ – Klaus-Jochen Sympher, Dr.-Ing. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft mbH*

### Transparent und nachvollziehbar entscheiden

Ob es sich um das Management von Zukunftsrisiken, um eine Auswahl aus verschiedenen Systemlösungen und Technikoptionen oder um die Optimierung des Betriebs handelt: Stets muss eine Vielzahl von Einflussgrößen erfasst und abgewogen werden. Deshalb wenden nahezu alle INIS-Projekte sogenannte multikriterielle Bewertungsverfahren an. Oft geht es darum, die „nachhaltigste“ Lösung zu finden. In vielen Fällen werden Bewertungsverfahren weiterentwickelt. Die Fragen reichen von der Auswahl der wichtigsten Bewertungskriterien über den richtigen Umgang mit „unsicheren“ Kriterien (das Kriterium Akzeptanz ist hierfür ein gutes Beispiel) bis hin zur bestmöglichen Einbindung von Entscheidungs- und Interessenträgern. Über allem steht schließlich die Frage, wie sich in Entscheidungsverfahren – bei aller Komplexität – Transparenz und Nachvollziehbarkeit gewährleisten lassen. Hierfür entwickeln die Projekte vielfach Werkzeuge der Entscheidungsunterstützung, etwa Software-Tools und Datenbanken. Diese werden am Projektende den kommunalen Akteuren zur Verfügung gestellt.

### 3.3 UMSETZUNGSSTRATEGIEN AUF STADT- UND REGIONALEBENE

#### Siedlungswasserwirtschaft und Stadtplanung miteinander verknüpfen

Für die Stadtentwicklung und Stadtgestaltung bietet der Umgang mit Wetterextremen wie Starkregen und Sturzfluten auch Chancen: Beispielsweise lassen sich ressortübergreifende Anpassungsstrategien im Rahmen integrierter Planungen einerseits und effiziente, abgestimmte Anpassungsmaßnahmen (Überflutungsvorsorge/ Objektschutz) andererseits zusammenführen. Entwickelt und erprobt werden in den Projekten deshalb Planungsinstrumente, welche die Siedlungsentwässerung mit der Stadtentwicklungs- und Freiraumplanung verknüpfen. Dabei werden auch Wechselwirkungen mit dem natürlichen Wasserhaushalt, der biologischen Vielfalt und dem Stadtklima berücksichtigt. Neue integrative Formen der Planung umfassen unter anderem die städtebauliche „Integration“ von Wasser, indem sie Maßnahmen der Überflutungsvorsorge in die laufende Stadtentwicklung einbeziehen. Die Forschungsergebnisse münden in Hinweise zur integrierten Freiraumgestaltung, Regenwasserbewirtschaftung und Überflutungsvorsorge.

### PROJEKTBEISPIEL „SAMUWA“:

#### Schritte zu einem anpassungsfähigen Management des urbanen Wasserhaushalts

„Das Beste aber ist das Wasser“, formulierte der griechische Dichter Pindar vor etwa 2500 Jahren, und bis heute bedeuten Wasser und seine vielfältigen Nutzungen Faszination, aber auch Herausforderung im Wandel der Zeit. Seit etwa 150 Jahren ist die Siedlungsentwässerung eine maßgebliche Voraussetzung, um Siedlungsräume zu entwickeln. Ihre wesentlichen Ziele sind Schutz der Bevölkerung vor hygienischen Risiken und Überflutungen sowie Gewässerschutz. Die dafür geschaffene Infrastruktur gilt es in Funktion und Wert zu bewahren sowie für zukünftige Herausforderungen intelligent weiterzuentwickeln.

Das von der Universität Stuttgart koordinierte Verbundvorhaben SAMUWA sucht nach Wegen, wie sich die bisher statischen Ansätze in Planung und Betrieb von Entwässerungssystemen mittels eines anpassungsfähigen Managements des stadthydrologischen Gesamtsystems zu intelligenten Systemlösungen und Bewirtschaftungskonzepten weiterentwickeln lassen. Ein wichtiger Gesichtspunkt dabei sind extreme Wetterereignisse, die in jüngerer Zeit zunehmend die Kanalnetze überlasten und zu Hochwasser und Überflutungen in Siedlungsgebieten führen.

SAMUWA zeigt zum einen auf, wie Reserven in konventionellen Entwässerungssystemen optimal genutzt werden können. Im Vordergrund steht dabei die integrale Steuerung von Abwassersystemen, die durch Simulationsmodelle sowie durch ein leistungsfähiges Messdatenmanagement unterstützt wird. Darüber hinaus werden Methoden für eine mathematische Optimierung in der Entwässerungsplanung entwickelt. Für alle Bereiche werden Leitfäden und Software-Tools entwickelt und erprobt.

Zum anderen befasst sich SAMUWA mit innovativen Lösungsansätzen außerhalb der Entwässerungssysteme. Folgende Fragen werden bearbeitet: Wie lässt sich die natürliche Wasserbilanz in Siedlungsgebieten erhalten? Wie können innerstädtische Freiräume als Speicherräume gestaltet und in Konzepte der Überflutungsvorsorge integriert werden? Wie kann Regenwasserbewirtschaftung dazu beitragen, Hitzestress zu mindern und das Stadtklima zu verbessern? Erarbeitet wird unter anderem eine Handlungsempfehlung, die Methoden und Konzepte zu Freiraumnutzung und -gestaltung, Regenwasserbewirtschaftung und Überflutungsvorsorge zusammenfasst.

Unter dem Leitkonzept einer wassersensitiven Stadtentwicklung entwickelt sich die Siedlungsentwässerung immer mehr zu einer kommunalen Gemeinschaftsaufgabe. Erforderlich sind dafür integrierte Ansätze in der Flächennutzungs- und Infrastrukturplanung. Sie müssen in Zusammenarbeit



von Siedlungsentwässerung, Stadt- und Landschaftsplanung, Verkehrs- und Straßenplanung erarbeitet werden und auch verschiedene Aspekte aus Wirtschaft und Gesellschaft, Versicherungswirtschaft und den Bereichen Bauen und Immobilien berücksichtigen (siehe Abb. unten). Zudem spielen kommunale Organisationsformen sowie Methoden der Kommunikation und Information eine große Rolle. Ein SAMUWA-Leitfaden wird zeigen, wie eine erfolgreiche integrierte und partizipative Planungsstrategie aussehen kann.

Ein weiteres SAMUWA-Teilprojekt widmet sich der „Schnittstelle“ zwischen Kanalnetz und Grundwasser. Zahlreiche Kommunen stehen vor der Aufgabe, schadhafte Kanalnetze zu sanieren, um den Austritt von Schmutzwasser in das Grundwasser oder das Eindringen von Grundwasser in das Kanalnetz – und damit unnötige Kosten für die Abwasserreinigung – zu verringern. In städtischen Gebieten ist der Grundwasserstand durch Infiltration in das Kanalnetz häufig seit Jahrzehnten abgesenkt. Deshalb besteht die Gefahr, dass eine Kanalsanierung zum Anstieg des Grundwasserspiegels und zur Vernässung von Gebäuden führt. Um dies zu verhindern, wird im Rahmen von SAMUWA ein einfaches GIS-Tool entwickelt, mit dem vernässungsgefährdete Gebiete identifiziert werden können.

### Kontakt und weitere Informationen

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

Dr.-Ing. Birgit Schlichtig  
 Tel.: +49 711 685 65422  
 E-Mail: birgit.schlichtig@iswa.uni-stuttgart.de  
 Internet: [www.samuwa.de](http://www.samuwa.de)

### Was sagt die Praxis dazu?

„Die WSW Energie & Wasser AG ist gegenüber dem Wuppertaler Bürger in der Pflicht, sich den Herausforderungen aus Klimaanpassung und demografischer Entwicklung im Wirkungskreis der Stadtentwässerung zu stellen. Wir beteiligen uns an SAMUWA, um die qualitätsabhängige Abflusssteuerung weiterzuentwickeln und zusammen mit den anderen Projektpartnern an der Erarbeitung allgemeingültiger Lösungsansätze mitzuwirken.“ – Jens Ante, WSW Energie & Wasser



Handlungsfelder und Akteure der wassersensitiven Stadtentwicklung

### „Blaue“ Infrastruktur in die Stadtentwicklung integrieren

Der – als Antwort auf Klimawandel und demografische Entwicklung notwendige – Umbau der Wasserinfrastrukturen hat erhebliche Folgen für die Stadt der Zukunft. Deren Organisation und Gestaltung erfordern es, Siedlungswasserwirtschaft und Stadtentwicklung institutionell und konzeptionell eng miteinander zu verzahnen. Flächen multifunktional zu nutzen bietet neue Möglichkeiten, Maßnahmen zu koppeln, und erfordert neue Formen der institutionenübergreifenden Zusammenarbeit. In INIS werden einerseits Planungsinstrumente zur Mehrfachnutzung und zur Integration der verschiedenen Infrastrukturen – Wasser, Abwasser, Abfall und Energie – in Konzepte der städtischen Gesamtentwicklung erarbeitet und in Leitfäden dokumentiert. Diese setzen auch auf einen nachhaltigen Umgang mit Flächen-, Energie- und Wasserressourcen in der Stadt- und Freiraumplanung. INIS-Ergebnisse münden andererseits in Handreichungen zur zukunftsweisenden Organisation von Planung und Verwaltung in Kommunen und Behörden.

### Neue Regeln für neue Lösungen entwickeln

Innovative Lösungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung umzusetzen, stellt auch neue Anforderungen an den „institutionellen Rahmen“. Zu diesem zählen formelle Regeln, etwa Gesetze und technische Standards, und informelle Regeln im Sinne von Traditionen und Gewohnheiten, die das Handeln von Gesellschaft und Individuum prägen. Nicht selten hemmt das bestehende Regelsystem die Etablierung einer Innovation – auch wenn diese sich technisch bewährt hat. Gerade weil es gilt, Lösungen mit und für die Praxis zu entwickeln, setzen sich die INIS-Projekte auch mit dem institutionellen Rahmen auseinander. Einige der zentralen Fragen, die bei INIS intensiv diskutiert werden: Welchen Einfluss haben neuartige Lösungen auf Leistung und Gewährleistung zum Beispiel von Qualität, Zuverlässigkeit oder Finanzierbarkeit der Ver- und Entsorgung? Wo müssen Standards festgelegt oder erweitert werden? Inwieweit berühren neue Infrastrukturlösungen Selbstverständnis, Kompetenzen und Gestaltungsmöglichkeiten von Akteuren (Staat, Kommunen, Aufgabenträger, Grundstückseigentümer usw.), und welche Anpassungen von Organisations-, Finanzierungs- oder Geschäftsmodellen sind nötig? Welche Änderungen im Rechtsrahmen sind geboten?

### Wichtige Akteure frühzeitig und intensiv beteiligen

Ein besonderes Kennzeichen der INIS-Forschung ist die enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis. Sie erst ermöglicht es, passgenaue und anwendungsfreundliche Lösungen zu erarbeiten. Hierzu werden ausgewählte Akteure (Stakeholder) intensiv an den Projekten beteiligt. In einigen Vorhaben entwickeln Vertreterinnen und Vertreter der Praxis lokale Ziele und den Rahmen für die Umsetzung von Lösungen, in anderen fließen ihre Erfahrungen zum Beispiel in die Bewertung von Maßnahmen ein.



### Kommunikation mitdenken

In INIS werden Konzepte der Wasserversorgung und Regenwasseraufbereitung weiter- oder neu entwickelt. Mögliche Nutzerinnen und Nutzer sind zum Beispiel Akteure der Wasserwirtschaft, kommunale Entscheidungsträgerinnen und Planer in den Verwaltungen, Mitarbeiterinnen aus Planungsbüros oder private Haushalte. Um sie für die Innovationen zu gewinnen, bedarf es der Überzeugungs- und Vermittlungsarbeit. Die Kommunikation der Forschungsergebnisse bildet deshalb einen Schwerpunkt der INIS-Projekte. Deren Ergebnisse werden zielgruppengerecht aufbereitet und vermittelt. Eine besondere Rolle spielen dabei Leitfäden, Handreichungen und andere Angebote, die sich an verschiedene Ressorts der kommunalen Verwaltung richten.

### Klimawandel nutzen, um für das Thema Wasser zu sensibilisieren

Die Integration von Stadt- und Infrastrukturplanung steht vor einer besonderen Herausforderung: In ihrem Rahmen gilt es, oberirdisches – und damit „erlebbares“ – Wasser mit unterirdischem – und damit „unsichtbarem“ – Wasser konzeptionell zusammenzuführen. Für die erfolgversprechende Kommunikation zukunftsfähiger Wasserinfrastrukturen erweist es sich als günstig, an das sichtbare und im städtischen Raum erlebbare Wasser anzuknüpfen: Regenwasser, Überflutung, Starkregen können dazu genutzt werden, um auf das Thema Wasser insgesamt aufmerksam zu machen. Die Folgen des Klimawandels sind mit der gestiegenen Anzahl von Starkregenereignissen, Überflutungen, aber auch von Perioden der Trockenheit in den Städten und Gemeinden deutlich spürbar. Nicht nur die INIS-Projekte zeigen: Wenn sich Öffentlichkeitsarbeit dieser Probleme und entsprechender Lösungen stärker annimmt, macht dies die Themen Wasser in der Stadt und wasser-sensible Stadt insgesamt sichtbarer.

# 4 Übersicht aller INIS-Projekte nach Themenschwerpunkten

## Integrierte Konzepte für Wasser, Abwasser und Energie

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

## Konzepte und Systeme zur Sicherung der Wasserversorgung

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

## Anpassungs- und Optimierungsstrategien für die Stadtentwässerung

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

## Verfahren für eine nachhaltige Abwasseraufbereitung

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



Bisher in dieser Reihe erschienen

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-offensive starten – Bilanz 2014 und Ausblick 2015 der deutschen Städte und Gemeinden	1-2/2015
No. 129	Kommunale Impulse generationenübergreifender Arbeit – Hintergründe und Einblicke aus dem Aktionsprogramm Mehrgenerationenhäuser	12/2014
No. 128	Erlass der Grundsteuer nach § 33 GrStG	10/2014
No. 127	Städte und Gemeinden bringen Bürger in Bewegung – Bewegungsparcours im öffentlichen Raum	9/2014
No. 126	Windenergieanlagen auf kommunalem Boden – zwischen Ausschreibung und Vergaberechtsfreiheit	9/2014
No. 125	Auslaufende Konzessionsverträge – Ein Leitfaden für die 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 und Ausblick 2014 der deutschen Städte und Gemeinden	1-2/2014
No. 120	Windenergieanlagen – Strategien zur kommunalen Steuerung und Wertschöpfung – Beispielfälle für die kommunale Praxis	10/2013
No. 119	Konzessionsverträge und Konzessionsabgaben Hinweise für die kommunale Praxis – 3. Auflage	7-8/2013
No. 118	Wirtschaftsförderung – Aufgaben, Organisation und Schwerpunkte der kommunalen Wirtschaftsförderung	7-8/2013
No. 117	Bürgerbeteiligung bei kommunalen Vorhaben 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 Druck:  
Verlag 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)