

BMBF-Fördermaßnahme

**NaWaM**  
Nachhaltiges Wassermanagement



**RiSKWa**

**R**isikomanagement von neuen  
**S**chadstoffen und  
**K**rankheitserregern im  
**W**asserkreislauf



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**FONA**  
Nachhaltiges  
Wassermanagement  
BMBF

## IMPRESSUM

### Herausgeber:



DECHEMA e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 25  
60486 Frankfurt am Main

### Editor:

Wissenschaftliches Begleitvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf“ (RiSKWa)

Verantwortlich im Sinne des Presserecht:

Dr. Thomas Track  
DECHEMA e.V.  
Tel.: +49 (0)69 7564-427  
Fax: +49 (0)69 7564-117

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Förderkennzeichen: 02WRS1271

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren der einzelnen Beiträge.  
Die Broschüre ist nicht für den gewerblichen Betrieb bestimmt.

Erschienen im Februar 2012

Die Bewirtschaftung natürlicher Wasserressourcen steht insbesondere durch den Klimawandel, Demografie, globale Wertschöpfungsketten, Verunreinigungen und Übernutzung sowie die wachsende Weltbevölkerung neuen Herausforderungen gegenüber. Diesen Herausforderungen zu begegnen ist auch in Deutschland nur mit einem nachhaltigen Wassermanagement möglich.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat daher innerhalb des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ FONA ([www.fona.de](http://www.fona.de)) den Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) etabliert. NaWaM bündelt die Aktivitäten des BMBF im Bereich der Wasserforschung. In den Themenfeldern „Wasser und Gesundheit“, „Wasser in urbanen Räumen“, „Wasser und Energie“, „Wasser und Ernährung“ und „Wasser und Umwelt“ werden praxisorientierte Fragestellungen adressiert.

Die vorliegende Fördermaßnahme adressiert das Themenfeld „Wasser und Gesundheit“. Wasser als Lebensgrundlage ist zunehmend Schadstoffen und Krankheitserregern sowie klimatischem und demografischem Wandel ausgesetzt. Darum müssen Risiken für die Wasserqualität erkannt, neu bewertet und in Managementkonzepte eingebunden werden.

Ziel der Fördermaßnahme ist es, ein innovatives und dynamisches System des Risikomanagements für einen vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz zu erarbeiten und in Form von Einzelbeispielen umzusetzen. Die Fördermaßnahme RiSKWa mit ihren 12 Verbundprojekten sowie dem wissenschaftlichen Begleitvorhaben soll einen Beitrag leisten, die Risiken zu erkennen, Technologien und Strategien zu ihrer Vermeidung bzw. Verringerung zu entwickeln sowie Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen für die Etablierung eines effektiven Risikomanagements und eines vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutzes zu erarbeiten.

AChE	Acetylcholinesterase, Enzym	LW	Zweckverband Landeswasser- versorgung
AJ	Analytik Jena	MS/MS	Tandem-Massenspektrometrie
AOP	Erweiterte Oxidationsverfahren	NF-kB	Transkriptionsfaktor (nuclear factor 'kappa-light-chain-enhancer' of activated B-cells)
AP	Arbeitspaket	NOM	Natürliches organisches Material
AZV	Abwasserzweckverband	OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BWB	Berliner Wasserbetriebe	OWA	Oberflächenwasser-Aufbereitungs- anlage
CyP1A1	Cytochrom P450I A1Enzym	PAK	Pulverförmige Aktivkohle
DAIOS	Stoffdatenbank	PAni	Poly-Anilin
DAPI	4,6-Diamidin-2-phenylindol, ein Fluoreszenzfarbstoff	PCR	Polymerase-Kettenreaktion
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	PMA	Propidium Monoazide
DOC-Oxidation	Diesel Oxidation Catalyst	RBF	Retentionsbodenfilter
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches	REACH	EU-Chemikalienverordnung; Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien (engl.: Registration, Evaluation, Autho- risation and Restriction of Chemicals)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasser- wirtschaft	RiSKWa	BMBF-Fördermaßnahme „Risiko- management von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasser- kreislauf“
EMA	Ethidium Monoazide	RP	Reversed phase
ER/AR-Calux®-Test	In-vitro-Test zum Nachweis endokriner Wirkungen (Estrogen-/Androgen- Responsive Chemical-Activated Luciferase gene eXpression)	RP-LC	Chromatographie-Technik (engl.: Reversed Phase Liquid Chromato- graphy)
FISH	Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung	RUB	Ruhr-Universität Bochum
FONA	BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltigkeit“	RÜB	Regenüberlaufbecken
GAK	Granulierte Aktivkohle	S9	Leberfraktion (meist aus Ratten gewonnen); wird zur metabolischen Aktivierung im Ames-Test eingesetzt
GFP	grün fluoreszierendes Protein (Abkür- zung: GFP; engl. green fluorescent protein)	SE-DD	Stadtentwässerung Dresden
GIS	Geographisches Informationssystem	SOP	Standardarbeitsanweisung; engl. Standard Operating Procedure
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert	SWITCH-Test	Bakterieller Kurzzeittest zur Erfassung der Gen- bzw. Zytotoxizität von verschiedenen Agenzien, wie Chemikalien oder Strahlung
H295r-Assay	In-vitro-Testsystem zur Identifizie- rung von Rezeptor-gebundenen und Nicht-Rezeptor-gebundenen Wirkun- gen endokriner Disruptoren (humane Zelllinie H295R)	TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff (engl.: total organic carbon)
HILIC	Hydrophilic interaction chromatography	ToF-MS	Time-of-flight mass spectrometer
HR-LC-MS	high resolution-liquid chromatography- mass spectrometry	TrinkwV	Trinkwasserverordnung
IC-LFD	Ionenchromatographie-Leitfähigkeits- detektion	TUD SWW	TU Dresden Institut für Siedlungs- wasserwirtschaft
IfW	Institut für Wasserforschung GmbH	TZW	DVGW-Technologiezentrum Wasser
IPHT	Institut für Photonische Technologien	UBA	Umweltbundesamt
IRGC	International Risk Governance Council	UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umwelt- forschung GmbH
IWW	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH	umu-Test	Bakterielles Testverfahren zur Gentoxizitätsprüfung
JuP GmbH	Dr.-Ing. Jedele und Partner GmbH	UV	Ultraviolett-Strahlung
KA	Kläranlagen	ZFET	Zebrafish Embryo Toxicity Test zum Nachweis teratogener Wirkung
KWB	Kompetenzzentrum Wasser Berlin		
LC	Liquid Chromatography		
LC-DAD	Liquid Chromatography-Diode Array Detection		
LTV	Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen		

<b>1.</b>	<b>Aufgabe und allgemeine Zielsetzung der Fördermaßnahme</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Struktur der Fördermaßnahme</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Verbundprojekte</b>	<b>10</b>
3.1.	Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern in ländlichen Karsteinzugsgebieten (AGRO)	10
3.2.	Untersuchung zu Einträgen von Antibiotika und der Bildung von Antibiotikaresistenz im urbanen Abwasser sowie Entwicklung geeigneter Strategien, Monitoring- und Frühwarnsysteme am Beispiel Dresden (ANTI-Resist)	13
3.3.	Anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf: Bewertung, Barrieren und Risikokommunikation (ASKURIS)	17
3.4.	Präventives Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung (PRiMaT)	21
3.5.	Risikomanagement in der Trinkwasser-Hausinstallation – Schnellnachweismethoden für bakterielle Kontaminationen und Begleitung von Sanierungsvorhaben (RiMaTH)	30
3.6.	Risiken durch Abwässer aus der intensiven Tierhaltung für Grund- und Oberflächenwasser in Agrarräumen (RiskAGuA)	33
3.7.	Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe sowie Handlungsstrategien zum Risikomanagement im aquatischen System (RISK-IDENT)	36
3.8.	Innovative Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens (SAUBER+)	40
3.9.	Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodensee-Zuflusses Schussen (SchussenAktivplus)	46
3.10.	Badegewässer und Trinkwasser für das Ruhrgebiet (Sichere Ruhr)	53
3.11.	Gefährdungsbasiertes Risikomanagement für anthropogene Spurenstoffe zur Sicherung der Trinkwasserversorgung (TOX-BOX)	57
3.12.	Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf (TransRisk)	64
<b>4.</b>	<b>Wissenschaftliche Begleitung der Fördermaßnahme</b>	<b>71</b>

## 1. Aufgabe und allgemeine Zielsetzung der Fördermaßnahme

Seit einigen Jahren werden viele neuere Stoffe mit Umweltrelevanz in Kläranlagenabläufen und Fließgewässern im Spurenbereich nachgewiesen. Es handelt sich dabei z.B. um Arzneimittel, Hormone, Sonnenschutzmittel, Waschmittelinhaltsstoffe, Tenside oder auch Flammschutzmittel aus unterschiedlichsten Bedarfsgegenständen. Sie werden unter der Bezeichnung „Anthropogene Spurenstoffe“ bzw. „Xenobiotika“ zusammengefasst. Prinzipiell ist damit zu rechnen, dass weitere Stoffe gefunden werden, die bislang noch nicht hinsichtlich ihrer Gesundheits- oder Umweltrelevanz bewertet werden können. Neue Erkenntnisse deuten darauf hin, dass viele von ihnen schlecht abbaubar sind und ein hohes Bioakkumulationspotential aufweisen. Durch die klassischen Verfahren der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung werden sie in den gefundenen Konzentrationen nur mit aufwändigen Zusatzmaßnahmen entfernt. Ein Auftreten im Trinkwasser wäre ohne diese nicht auszuschließen.

Eine ähnliche Situation besteht bei Krankheitserregern. In den letzten beiden Jahrzehnten wurden bislang wenig verbreitete Krankheitserreger („emerging pathogens“) in der Umwelt und im Trinkwasser entdeckt. Sie führten zu Krankheitsausbrüchen oder sporadischen Infektionen mit erheblicher epidemiologischer Bedeutung und waren mit den klassischen Strategien der Trinkwasserhygiene kaum zu kontrollieren. Auch das Muster des Auftretens bekannter Krankheitserreger (z.B. Cryptosporidien, Giardia, Noroviren) verändert sich sowohl durch den Wandel des Klimas als auch der demografischen Verhältnisse.

Gerade diese Vielfalt der anthropogenen Spurenstoffe und der neuen Krankheitserreger erweist sich sowohl in Hinblick auf die Bewertung als auch die Elimination als große Herausforderung. Hier setzt die BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf – RiSKWa“ an. In den kommenden drei Jahren sollen, in einem anwendungsorientierten Ansatz, innovative Technologien und Konzepte zum Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern für den vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz entwickelt werden. Ein weiteres Ziel der Fördermaßnahme ist es, die Umsetzung und Übertragung der Ergebnisse, Erfahrungen und Entwicklungen aus den Verbundprojekten in andere thematische, regionale und systemare Einheiten sicherzustellen und Interessenten einen direkten Kontakt mit den Erfahrungsträgern vor Ort in den Verbundprojekten zu ermöglichen.

## 2. Struktur der Fördermaßnahme

Im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf – RiSKWa“ wurden zwölf Verbundprojekte bewilligt, welche die Aufgaben und Zielsetzungen der Fördermaßnahme (siehe Abschnitt 1) umsetzen.

Jedes Verbundprojekt besteht aus mehreren Teilprojekten, die die verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb eines Verbundprojektes bearbeiten. Zusammenfassend können die zwölf Verbundprojekte, die sich ausführlich in Abschnitt 3 vorstellen, folgenden Bereichen zugeordnet werden (siehe auch Tabelle 1):

- » Identifizierung, Klassifizierung und Risikoanalyse von gewässerrelevanten Spurenstoffen und Krankheitserregern
- » Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern in der Trinkwasserversorgung
- » Spurenstoffe und Krankheitserreger in urbanen Räumen
- » Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern aus diffusen Einträgen
- » Risikomanagement von Punktquellen (Kläranlagen/-abläufe) mit Blick auf Oberflächengewässer und Einzugsgebiete

Für die Identifizierung und Klassifizierung von Spurenstoffen und Krankheitserregern können bereits bestehende Ansätze und Quellen, u.a. das GOW-Konzept sowie REACH-Daten, herangezogen werden. Um die erhobenen Daten zu sichern und einer breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, ist die Einbindung in Stoffdatenbanken erforderlich. Ergänzend zu den bereits bekannten Stoffen wird auch die Bildung von Metaboliten und Resistenzen untersucht und dokumentiert. Welchen funktionellen Gruppen dabei eine mögliche Schlüsselfunktion zukommt, gilt es in einem weiteren Schritt zu erforschen.

Aufgrund der geringen Konzentrationen und der großen Varianz der Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf ist die Weiterentwicklung bestehender Nachweisverfahren unerlässlich. Für ein umfangreiches Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung werden zum einen bestehende Trinkwasserinstallationen beprobt und des Weiteren technische Verfahren dahingehend optimiert, die Trinkwasserqualität aufrecht zu erhalten.

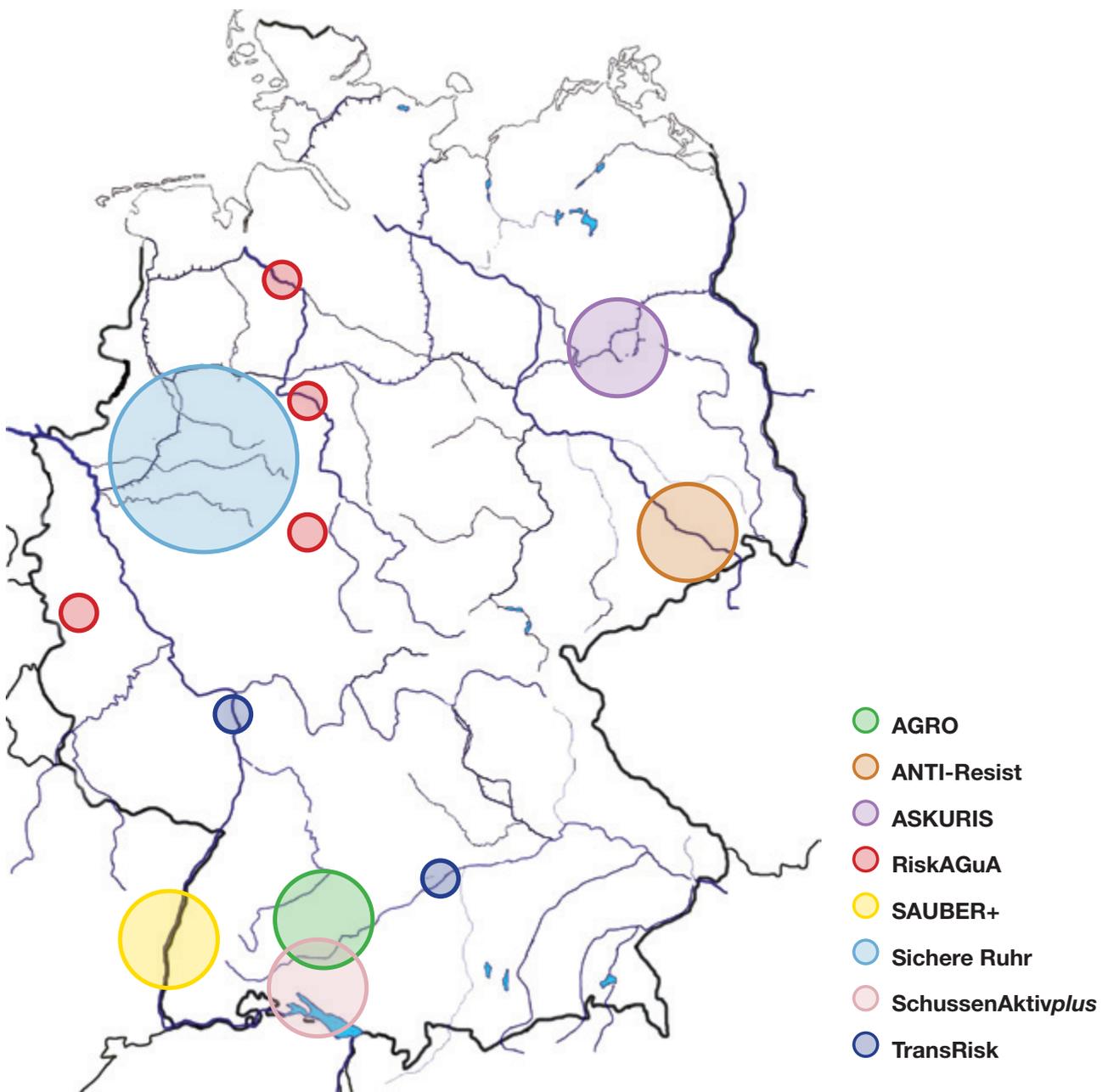
Von zentraler Bedeutung sind das Vorkommen und der Transport von Spurenstoffen und Krankheitserregern in urbanen Räumen. Am Beispiel der Stadt Dresden wird der Stoffkreislauf von Medikamenten von der Einnahme bis zum Klärwerk untersucht. In Berlin wird der Wasserkreislauf auf Spurenstoffe und Krankheitserreger untersucht und bewertet. Ein besonderer Aspekt dieses Themenschwerpunktes ist die Untersuchung von Abwässern aus Einrichtungen des Gesundheitswesens (u.a. Krankenhäuser, Pflegeheime, etc.).

Der Eintrag von Spurenstoffen und Krankheitserregern aus diffusen Quellen spielt im ländlichen Raum, insbesondere bei der Tierhaltung, eine wesentliche Rolle. Das Ausmaß der Persistenz von Veterinärpharmaka, pathogenen Mikroorganismen und deren Resistenzen über die Gülleverwertung werden in einem Screening untersucht. Weiterhin wird deren Umweltverhalten im Boden, Grund- und Oberflächenwasser bestimmt. Am Beispiel eines Karstgrundwasserleiters soll ein Werkzeug zum prozessbasierten Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern für Karstgrundwasserleiter im Einzugsgebietsmaßstab erarbeitet werden.

Neben diffusen Quellen sind punktuelle Einträge, überwiegend aus Kläranlagenabläufen, für Belastungen in Oberflächengewässern und Wassereinzugsgebieten verantwortlich. Um die Einträge zu minimieren und eine hohe Gewässergüte zu erreichen, sollen die verschiedenen Reinigungsstufen bzw. deren Abfolge in Abwasserbehandlungsanlagen optimiert und erweitert werden. In den Fluss-einzugsgebieten der Schussen und der Ruhr soll dies praxisnah bzw. in großtechnischen Anlagen erprobt und umgesetzt werden. Die Auswirkungen auf die Einzugsgebiete werden in Monitoringprogrammen überwacht.

Der Fördermaßnahme mit ihren zwölf Verbundprojekten ist ein wissenschaftliches Begleitvorhaben zur Seite gestellt. Die wissenschaftliche Begleitung unterstützt alle Akteure bei der Abwicklung der Fördermaßnahme RiSKWa. Als zentraler Anlaufpunkt soll sie den Dialog zwischen BMBF, dem Projektträger, dem Lenkungskreis und den Verbundprojekten sowie mit der (Fach-)Öffentlichkeit fördern (siehe auch Abschnitt 4).

Der Lenkungskreis fungiert als Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis. Durch ihn sollen Impulse aus der behördlichen und Unternehmenspraxis zeitnah in die Fördermaßnahme eingebracht und deren anwendungsorientierte Ausrichtung unterstützt werden. Um den Dialog zwischen Lenkungskreis und den Verbundprojekten zu fördern, sind neben externen Fachleuten auch die Koordinatoren der zwölf Verbundprojekte Mitglieder des Lenkungskreises.



**Abbildung 1:** Ortsbezogene Umsetzung der Verbundprojekte AGRO, ANTI-Resist, ASKURIS, RiskAGuA, SAUBER+, Sichere Ruhr, SchussenAktivplus und TransRisk

Themenschwerpunkt	Name des Verbundprojektes	Projektkoordinator des Verbundprojektes
Identifizierung, Klassifizierung und Risikoanalyse von gewässerrelevanten Spurenstoffen und Krankheitserregern	<b>RISK-IDENT:</b> Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe sowie Handlungsstrategien zum Risikomanagement im aquatischen System	Dr. Marion Letzel, Dr. Manfred Sengl, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach
Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern in der Trinkwasserversorgung	<b>PRiMaT:</b> Präventives Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung	Dr. Frank Sacher DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe
	<b>RiMaTH:</b> Risikomanagement in der Trinkwasser-Hausinstallation – Schnellnachweismethoden für bakterielle Kontaminationen und Begleitung von Sanierung	Dr. Wolfgang Fritzsche, Institut für Photonische Technologien e.V., Jena
	<b>TOX-BOX:</b> Gefährdungsbasiertes Risikomanagement für anthropogene Spurenstoffe zur Sicherung der Trinkwasserversorgung	Dr. Tamara Grummt, Umweltbundesamt, Bad Elster
Spurenstoffe und Krankheits- erreger in urbanen Räumen	<b>ASKURIS:</b> Anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf; Bewertung, Barrieren und Risikokommunikation	Prof. Dr. Martin Jekel, TU Berlin
	<b>SAUBER+:</b> Innovative Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens	Prof. Dr. Johannes Pinnekamp, RWTH Aachen
	<b>ANTI-Resist:</b> Untersuchung zu Einträgen von Antibiotika und der Bildung von Antibiotikaresistenz im urbanen Abwasser sowie Entwicklung geeigneter Strategien, Monitoring- und Frühwarnsysteme am Beispiel Dresden	Prof. Wilhelm Kirch, TU Dresden
Risikomanagement von Spuren- stoffen und Krankheitserregern aus diffusen Einträgen	<b>AGRO:</b> Risikomanagement von Spuren- stoffen und Krankheitserregern in ländlichen Karsteinzugsgebieten	Dr. Tobias Licha, Georg-August-Universität, Göttingen
	<b>RiskAGuA:</b> Risiken durch Abwässer aus der intensiven Tierhaltung für Grund- und Oberflächenwasser	Prof. Dr. Wolfgang Dott, RWTH Aachen
Risikomanagement von Punkt- quellen (Kläranlagen/-abläufe) mit Blick auf Oberflächengewässer und Einzugsgebiete	<b>TransRisk:</b> Charakterisierung, Kommuni- kation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf	Dr. Thomas Ternes, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
	<b>SchussenAktivplus:</b> Reduktion von Mikro- verunreinigungen und Keimen zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodensee-Zuflusses Schussen	Prof. Dr. Rita Triebkorn, Eberhard-Karls-Universität, Tübingen
	<b>Sichere Ruhr:</b> Badegewässer und Trink- wasser für das Ruhrgebiet	Dr.-Ing. Wolf Merkel, Dr. Martin Strathmann, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung GmbH, Mülheim an der Ruhr

Tabelle 1: Übersicht der Verbundprojekte, nach Themenschwerpunkten

## 3. Verbundprojekte

### 3.1. Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern in ländlichen Karsteinzugsgebieten (AGRO)

<b>Laufzeit:</b>	01.10.2011 – 30.09.2014
<b>Koordinator:</b>	<b>Dr. Tobias Licha</b> , Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Abt. Angewandte Geologie Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen, E-Mail: tliche@gwdg.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Im Rahmen des Verbundprojektes AGRO wird ein Werkzeug zum prozessbasierten Risikomanagement von Spurenstoffen und Krankheitserregern für Karstgrundwasserleiter im Einzugsgebietsmaßstab erarbeitet. Als Untersuchungsgebiet wurde die Gallusquelle, eine Karstquelle auf der schwäbischen Alb, ausgewählt. Diese bietet ideale Voraussetzungen, um die Projektziele zu erreichen: a) intensiv erforschtes Karstsystem mit langjährigen Basisdaten, b) Einzugsgebiet enthält verschiedene Formen der Landnutzung, c) direkte Nutzung der Quelle zur Trinkwasserversorgung. Dies erlaubt, allgemeine Aussagen für das Risikomanagement abzuleiten und ist eine Voraussetzung für die Übertragbarkeit auf andere Grundwasserfließsysteme.
<b>Ziel:</b>	Gesamtziel des Forschungsvorhabens ist die Bereitstellung konkreter Maßnahmen zur Identifizierung und Minderung des Eintrags von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern in das Grundwasser im Einzugsgebietsmaßstab.
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>» Entwicklung und Etablierung von Methoden zum Microbial Source Tracking</li><li>» Modifikation der bestehenden Probenvorbereitungen im Hinblick auf die Trübeassoziation von Spurenstoffen und die komplexe Probenmatrix „Gemisch aus Gülle und kommunalem Abwasser“</li><li>» Entwicklung und Verifizierung eines für Landesbehörden und Wasserversorger anwendbaren Werkzeuges zur Vorhersage des Auftretens von Spurenstoffen und Krankheitserregern in dynamischen Grundwassersystemen</li><li>» Entwicklung eines Modellwerkzeugs zur Vorhersage der Spurenstoffe und Krankheitserreger an der Gallusquelle bei unterschiedlichen Szenarien, um Handlungsoptionen für das Risikomanagement abzuleiten</li><li>» Simulation der Verweilzeitverteilungen des Wassers im Modellstandort Gallusquelle mit einem prozessbasierten numerischen Modellansatz</li><li>» Zeitlich hochaufgelöstes und gemeinsames Monitoring von hydrodynamischen Basisparametern, Spurenstoffen und mikrobieller Belastung an der Gallusquelle</li><li>» Zeitlich und örtlich aufgelöste Zustandsbestimmung von Abwasser und Gülle zur Abschätzung der zeitlichen Variabilität eines möglichen Input-Szenarios</li><li>» Überprüfung der Aussagefähigkeit gültiger Leitparameter (z. B. Trübe) zur Identifizierung der biologischen und chemischen Wassergüte sowie deren Eignung und Charakteristika im Hinblick auf ein Risikomanagement</li><li>» Öffentlichkeitsarbeit mit dem Ziel der Akzeptanz des Projektes sowie der Förderung der aktiven Unterstützung in der Bevölkerung zum Erreichen der Projektziele</li><li>» Erstellung eines Leitfadens zum Risikomanagement in dynamischen Grundwassersystemen</li></ul>

## Teilprojekte

<b>Teilprojekt 1:</b>	<b>Vorkommen und Varianz organischer Spurenstoffe am Modellstandort Gallusquelle</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Dr. Tobias Licha</b> , Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Abt. Angewandte Geologie, Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen, E-Mail: tlich@gwdg.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Es wird die zeitliche Variabilität organischer Spurenstoffe im Quellwasser untersucht. Organische Spurenstoffe im Quellwasser lassen auf Quellen für diese Stoffe im Einzugsgebiet schließen, wobei verschiedene Substanzen und Substanzgruppen simultan für unterschiedliche Landnutzungsformen im Einzugsgebiet genutzt werden können. Um einen guten Überblick über die Wasserqualität und die Einflussfaktoren zu bekommen, werden Indikatoren stellvertretend für wichtige Kontaminationsquellen, darunter beispielsweise Landwirtschaft und kommunales Abwasser, herangezogen.
<b>Ziel:</b>	Analyse organischer Spurenstoffe bezüglich Verteilung und Herkunft; Zusammenhang zwischen Spurenstoffkonzentration/-auftreten und Hydrodynamik
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Zeitlich hochaufgelöstes Monitoring von hydrodynamischen Basisparametern und organischen Spurenstoffen an der Gallusquelle</li> <li>» Modifikation der Probenvorbereitungen im Hinblick auf Trübeassoziation von Spurenstoffen und komplexe Probenmatrix</li> <li>» Quellidentifikation</li> </ul>

<b>Teilprojekt 2:</b>	<b>Anwendung von Microbial Source Tracking-Werkzeugen am Modellstandort Gallusquelle</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Dr. Andreas Tiehm</b> , DVGW-Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten, Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: andreas.tiehm@twz.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Im Rahmen dieses Teilprojektes sollen Werkzeuge zur Identifizierung von fäkalen Eintragsquellen („Microbial Source Tracking“) etabliert werden. Unter „Microbial Source Tracking“ versteht man Methoden, um fäkale Kontaminationen anhand der mikrobiellen Flora bis zu ihrem Ursprung zurückzuverfolgen. Hierzu sollen verschiedene Verfahren bezüglich ihrer Eignung evaluiert und optimiert werden. Die erarbeitete Methodik soll anschließend unter Feldbedingungen anhand des Einzugsgebietes der Gallusquelle getestet und verfeinert werden.
<b>Ziel:</b>	Ziel des Projektes ist eine auf experimentellen Daten basierende Identifizierung von Kontaminationsquellen, sowie die Ableitung von Management-Empfehlungen im Einzugsgebiet. Die Ergebnisse des Projektes sind die Grundlage für zukünftige Strategien zur Abklärung des Ursprungs fäkaler Kontaminationen im Grundwasser, und sollen in Empfehlungen besonders geeigneter Methoden münden.
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Entwicklung und Evaluierung von mikro- und molekularbiologischen Methoden zur Identifizierung von fäkalen Eintragsquellen</li> <li>» Anwendung der neuen Methoden im Einzugsgebiet der Gallusquelle</li> </ul>

<b>Teilprojekt 3:</b>	<b>Entwicklung und Anwendung eines Modellwerkzeuges zur Simulation der Verweilzeitenverteilung des Wassers im Modellstandort</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Dr. Tobias Geyer</b> , Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Abt. Angewandte Geologie, Goldschmidtstr. 3, 37077 Göttingen, E-Mail: tgeyer@gwdg.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Inhalt des Teilprojektes ist die Simulation der Verweilzeitenverteilung des Wassers im Modellstandort. Das Modell ist Grundlage für die Verifizierung des Konzeptes zum Risikomanagement in Karstgrundwasserleitern. Die Modellierung der Verweilzeitenverteilung im Festgestein erfolgt mit der Finiten Element Software Comsol, welche die Definition von partiellen Differentialgleichungen zur Kopplung von Strömungs- und Transportprozessen erlaubt. Die Kalibration des numerischen Modells erfolgt anhand langjähriger Messreihen der Quellschüttung und vorhandener Messdaten von Umwelttracern.

Das Modell ermöglicht die Simulation verschiedener Szenarien zur Abschätzung des Einflusses von Landnutzungs- und Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt im Einzugsgebiet und dient somit auch als Prognosewerkzeug.

**Ziel:** Simulation der Verweilzeitenverteilung des Wassers im Modellstandort; Prognosewerkzeug für den Wassertransport

**Arbeitsschwerpunkte:** » Aufbereitung vorhandener Daten zum Aufbau eines Standortmodells  
» Numerische Modellierung der Strömung und des Wassertransports in Karstgrundwasserleitern

---

#### **Teilprojekt 4: Eintragsfunktion und Modelle zur Vorhersage des Auftretens von Spurenstoffen und Krankheitserregern**

**Ansprechpartner:** **PD Dr. Traugott Scheytt**, Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Geowissenschaften, Ernst-Reuter-Platz 1, 10587 Berlin, E-Mail: traugott.scheytt@tu-berlin.de

**Kurzbeschreibung:** Im Einzugsgebiet der Gallusquelle findet über den Boden und den Epikarst ein Eintrag in den Grundwasserleiter statt. Untersuchungen in diesem Teilprojekt dienen zunächst der Ermittlung der Eintragsfunktion, ausgehend von den eingesetzten Stoffen über die Flächen- und Landnutzung bis zu Punktquellen. Der zweite Schwerpunkt ist die Vorhersage des Auftretens von Schadstoffen und Krankheitserregern an der Quelle.

**Ziel:** Ziel des Teilprojekts ist die Entwicklung eines Modells zur Vorhersage des Auftretens von Spurenstoffen und Krankheitserregern als Datenbankmodell mit hinterlegten Ergebnissen zur Eintragsfunktion und Stofftransportmodellierungen.

**Arbeitsschwerpunkte:** » Erfassung der verwendeten Stoffe im Einzugsgebiet über Befragungen, Einholung von Informationen aus Ämtern und durch Verbrauchsstatistiken für Spurenstoffe  
» Erfassung und räumliche Diskretisierung der Land- und Flächennutzung mittels GIS, insbesondere im Hinblick auf die Bodenstruktur und den TOC  
» Entwicklung und Verifizierung eines Werkzeuges zur Vorhersage des Auftretens von Spurenstoffen und Krankheitserregern in dynamischen Grundwassersystemen

### 3.2. Untersuchung zu Einträgen von Antibiotika und der Bildung von Antibiotikaresistenz im urbanen Abwasser sowie Entwicklung geeigneter Strategien, Monitoring- und Frühwarnsysteme am Beispiel Dresden (ANTI-Resist)

**Laufzeit:** 01.10.2011 – 30.09.2014

**Koordinator:** **Prof. Dr. Dr. Wilhelm Kirch**, TU Dresden, Med. Fakultät Carl Gustav Carus, Institut für klinische Pharmakologie, 01307 Dresden, E-Mail: Grit.Kuehne@tu-dresden.de

**Kurzbeschreibung:** ANTI-Resist wird am Beispiel der Stadt Dresden die Einträge von Antibiotika und die Bildung von Antibiotikaresistenzen im urbanen Abwasser untersuchen. Das Ziel ist es, geeignete Strategien zur Minderung des Eintrags und der möglichen Resistenzbildungen zu konzipieren und Monitoring- und Frühwarnsysteme zu entwickeln. Die Projektergebnisse werden an Fachleute und Entscheidungsträger kommuniziert sowie in künftige Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen integriert.

**Ziel:** Im Projekt ANTI-Resist soll der Problembereich von Antibiotika und Antibiotikaresistenzen in den urbanen Wassersystemen von der Medikamentenverschreibung über den Transport bis zur Abgabe in die Gewässer beschrieben werden.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Räumliches und zeitliches Monitoring von Antibiotika im Abwasser am Beispiel für das Stadtgebiet Dresden
- » Analyse der Antibiotika Verordnungsdaten der AOK Sachsen und Regionalisierung unter Einsatz von Geoinformationssystemen
- » Untersuchung von Proben aus der Kanalisation – Verteilung von Stoffen im Abfluss und im Sediment – Relevanz der Mischwasserentlastungen – eingeleitete Fracht ins Gewässer
- » Entwicklung von Stoffmodellen unter Integration der Analyse der Verschreibungsdaten und der Analyse der Probennahmen – Parametrisierung und modellhafte Beschreibung des Antibiotika-eintrags und des Transports im Kanalnetz bis zur Kläranlage
- » Aufbau entsprechender Informations- und Frühwarnsysteme
- » Kommunikation der Projektergebnisse an Praktiker und Entscheidungsträger

#### Arbeitsplan

**Ansprechpartner:** Prof. Dr. Dr. Wilhelm Kirch, TU Dresden, Med. Fakultät Carl Gustav Carus, Institut für klinische Pharmakologie, 01307 Dresden, E-Mail: Grit.Kuehne@tu-dresden.de (**Ansprechpartner aller Arbeitspakete**)

---

#### Arbeitspaket 1:

**Kurzbeschreibung:** Im Rahmen des Arbeitspaketes 1 (AP 1) wird die erfolgreiche Umsetzung des Projektes ANTI-Resist im vorgesehenen Zeit- und Kostenrahmen und zu den Qualitätsstandards des BMBF Förderprogramms sichergestellt. AP 1 wird zu diesem Zweck das projektinterne Kommunikationsmanagement sowie das Kooperationsmanagement übernehmen.

**Ziel:** Erfolgreiches Erreichen der Projektziele

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Projektinternes Kommunikationsmanagement
- » Organisation der Konsortiummeetings
- » Kooperationsmanagement
- » Projektinterne Berichterstellung

---

#### Arbeitspaket 2:

**Kurzbeschreibung:** Antibiotikaeinträge aus dem ambulanten und stationären Bereich werden im Rahmen der Untersuchung berücksichtigt. Für den veterinärmedizinischen Bereich liegen momentan keine belastbaren Daten über den Einsatz von Antibiotika vor. Die ambulanten Antibiotikaeinträge in das Dresdener Abwasser werden auf der Basis der AOK Diagnose- und Verordnungsdaten ermittelt. Mit rund 51% der gesetzlich Versicherten steht so eine umfangreiche Datengrundlage zur Verfügung. Unter Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Bestimmungen kann ermittelt werden, wann, wo und wie viel Antibiotika verordnet und somit eingenommen und wieder ausgeschieden wurden. Daten über stationäre Antibiotikaverabreichungen stehen durch die Klinikapotheken für alle Dresdener Krankenhäuser zur Verfügung. Zusätzlich soll untersucht und gegebenenfalls geprüft werden, ob andere (gewerbliche) Antibiotikaeinträge stattfinden.

**Ziel:** Datengetriebene Ermittlung der Antibiotikaeinträge

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Zusammenstellung der Rechercheergebnisse zur klinischen Pharmakologie von Antibiotika
- » Methodvalidierung

---

#### Arbeitspaket 3:

**Kurzbeschreibung:** Da es sich bei den Antibiotika um sehr verschiedene Stoffe mit stark differierenden physikochemischen Eigenschaften handelt, ist mit großen Unterschieden bei der Verteilung im Abwasser zu rechnen. Hier soll untersucht werden, ob und wo sie sich anreichern, sowie ob und wie sie abgebaut werden. Entsprechend der unterschiedlichen Matrices (Abwasser, Schlamm, Fließgewässer) sind geeignete Probensammel- und Probenaufbereitungsmethoden auszuwählen und zu testen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt dieses Arbeitspaketes ist die Erfassung antibiotikaresistenter Bakterien im Biofilm der Kanalisation, sowie in der Kläranlage.

Die Bakteriengruppen, welche als dominant erfasst wurden und als kultivierbar gelten, werden phenotypisch auf ihre Antibiotikaresistenzen hin getestet. Der Hintergrund dieser Untersuchungen ist, zusätzlich zu den molekularen Daten phenotypische Daten zur Ausprägung der Antibiotikaresistenzen zu gewinnen.

**Ziel:** Messung und Analyse von Antibiotika und Antibiotikaresistenzen

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erfassung der Biodiversität des Biofilms im Verlauf der Kanalisation und im Fließgewässer
- » Erfassung und Quantifizierung ausgewählter antibiotikaresistenter Bakterien und Antibiotikaresistenzgene innerhalb des Biofilms der Kanalisation und des Fließgewässers

---

**Arbeitspaket 4:**

**Kurzbeschreibung:** Ein Modell zur Beschreibung des Wassertransportes bei Trocken- und Regenwetterbedingungen unter Verwendung von zeitlich und räumlich sehr gut aufgelöster Regeninformation (5-min-Zeitschritt, 18 Regenschmessgeräte der SE-DD) ist für das Dresdner Kanalnetz an TUD SWW verfügbar. Konzeptionelle Modelle zur Speicherung von Antibiotikarückständen im Biofilm und im Sediment der Kanalisation sowie zur Vermehrung und Übertragung von Antibiotikaresistenz v.a. im Biofilm werden auf Basis der Messkampagnen entwickelt und in das Transportmodell eingebaut.

Die mittels der Modellbildung entwickelte Plattform wird zur Durchführung von Stoffflussanalysen am gesamten Abwassersystem vom Eintrag bis zur Schlammbehandlung genutzt, um systematisch die wesentlichen Einflussfaktoren und die effizientesten Eingriffsmöglichkeiten zu identifizieren und zu bewerten und die Grundlage für das Frühwarnsystem (AP 5) bereitzustellen.

**Ziel:** Bildung eines integrierten Modells zur Vorhersage über die Konsequenzen unterschiedlicher Szenarien bzgl. der Verschreibung von Medikamenten und das Ergreifen von Maßnahmen.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Modellbildung Kanalisation, Abwasserbehandlung, Schlammbehandlung
- » Verfahrenstechnik Abwasserbehandlung
- » Stoffflussanalyse Sensitivitätsbetrachtung

**Arbeitspaket 5:**

**Kurzbeschreibung:** Die statistisch und messtechnisch ermittelten Ergebnisse aus AP 2, 3 und 4 fließen in die Entwicklung von entsprechenden GIS-Analysewerkzeugen. Die in AP 2 abgeleiteten Antibiotikagaben werden regionalisiert und es werden weitere Antibiotika-Quellen und potenzielle Eintragspfade GIS-basiert ermittelt. Dann werden potenzielle Gesamt-Antibiotika-Einträge (für Teileinzugsgebiete) in das Abwasser GIS-basiert ermittelt. Durch Kombination mit weiteren Daten (Siedlungsstruktur, Demographie) sollen gezielt Orte und Zeitpunkte mit potenziell besonders hoher Antibiotikakonzentration im Abwasser identifiziert werden. Im Ergebnis entstehen parametrisierbare GIS-Werkzeuge zur interaktiven Erstellung und Analyse multitemporaler Karten, die eine Übersicht über Grad und Anteil der Antibiotikaeinträge in den Dresdener Teileinzugsgebieten und Stadtteilen liefern. Die entwickelten GIS-Werkzeuge sind Grundlage des Aufbaus eines web-basierten ANTI-Resist-Informationssystems, das Wissenschaftlern, Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit verfügbar gemacht werden soll.

**Ziel:** Erstellen von Bewertungskarten sowie Konzeption eines Informations- und Warnsystems

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erste Version eines ANTI-Resist Geoportals
- » GIS-Analyse-Werkzeuge und -Ergebnisse zu regionalisierten Antibiotikaeinträgen und zur Ableitung kritischer Zustände
- » Prototyp des ANTI-Resist Frühwarnsystems

**Arbeitspaket 6:**

**Kurzbeschreibung:** Die Ergebnisse der Studie werden sowohl hinsichtlich der Erkenntnisse, die für die breite Bevölkerung von Interesse sind, als auch hinsichtlich der für das Fachpublikum (Medizin, Pharmazie und Wasserwirtschaft) wichtigen Erkenntnisse gebündelt und unter anderem über folgende Kanäle publiziert.

Es ist vorgesehen die Ergebnisse bzw. auch mögliche notwendige angepasste Vorgehensweisen durch Publikationen über die Fachverbände (Ärzteverbände, Tierärzterverbände, Apothekenverbände, DVGW, DWA) zu verteilen, so dass bundesweit und grenzüberschreitend auch andere medizinische Einrichtungen, Apotheken und Betriebe der (Ab-)Wasser- und Abfallwirtschaft diese Informationen erhalten und an ihre Kunden bzw. Patienten weitergeben (z. B. Auslage in Arztpraxen, Krankenhäusern etc.). Neben Informationstagen für Patienten sind Fachtagungen in Arztpraxen oder Krankenhäusern für Ärzte und Pflegepersonal vorgesehen.

**Ziel:** Zielgruppenspezifische und erkenntnisbasierte Kommunikation der Projektergebnisse

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Einrichtung einer Projektinternetseite
- » Versendung/Verteilung von Informationsflyern/Broschüren an Kunden bzw. Patienten
- » Organisation und Durchführung einer Fachkonferenz zur Darstellung der Projektergebnisse sowie mögliche Handlungsempfehlungen bzw. entwickelte Monitoring- bzw. Frühwarnsysteme

### 3.3. Anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf: Bewertung, Barrieren und Risikokommunikation (ASKURIS)

**Laufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014

**Koordinator:** **Prof. Dr.-Ing. Martin Jekel**, Technische Universität Berlin, Innovationszentrum „Wasser in Ballungsräumen“, Sekr. KF 4, Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin, E-Mail: martin.jekel@tu-berlin.de

**Ziel:** Ziel ist es, das Risiko anthropogener Spurenstoffe und multiresistenter Bakterien im urbanen Wasserkreislauf Berlins durch die Weiterentwicklung analytischer Verfahren und Kombination mit wirkungsbezogener Analytik zu charakterisieren und zu bewerten. Die Leistungsfähigkeit der technischen und natürlichen Barrieren wird geprüft und weitere technische Maßnahmen hinsichtlich ihrer ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit bewertet. Großtechnische Versuche zur gezielten Verminderung von Spurenstoffen und Krankheitserregern dienen als Vorstufe einer Umsetzung. Aus Erkenntnissen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung werden neue Ansätze der Risikokommunikation mit Wasserkonsumenten erarbeitet. Auf Grundlage angepasster Risikomanagementinstrumente wird ein Leitfaden für Ver- und Entsorgungsunternehmen entwickelt.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Mit neuesten analytischen Methoden wird Wissen über Verhalten von anthropogenen Spurenstoffen erweitert und in eine Stoffdatenbank (DAIOS) eingebracht.
- » Labor- und Pilotuntersuchungen zur Adsorption von Organika an Aktivkohle sowie Ozonung bzw. Oxidation in teilgeschlossenen Wasserkreisläufen.
- » Erfassung ökotoxikologischer Wirkungen von Spurenstoffen sowie Humanbiomonitoring zur Evaluierung und Minimierung des Gefährdungspotenzials und etwaiger Risiken.
- » Umfassendes Verständnis von Risikowahrnehmung, -bewusstsein und -verhalten von Wasserkonsumenten, sowie Identifikation von Einflussfaktoren auf diese Dimensionen auf Basis theoretischer und empirischer sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse.
- » Technische und natürliche Barrieren zur Spurenstoffentfernung werden mit Ansätzen der Ökobilanz bzw. dem Life Cycle Assessment sowie den Life Cycle Costs verglichen. Die Bewertung erfolgt für die technischen Optionen zur Minimierung der Spurenstoffe.
- » Entwicklung eines umfassenden und adaptierten Risikomanagementsystems. Präsentation der Ergebnisse in Gremien und Fachverbänden. Empfehlungen zur Übertragung der Ergebnisse auf andere Regionen bzw. auf andere Wasserversorger.
- » Die Projektergebnisse werden publiziert und Fachpublikum/Öffentlichkeit vorgestellt. Evaluation des Projektfortschritts, Qualitätssicherung, Reporting, Abstimmung zwischen den Arbeitspaketen.

#### Arbeitspakete

##### Arbeitspaket 1:

##### Analytik

###### Ansprechpartner:

**Dr. Uwe Dünnbier**, Berliner Wasserbetriebe, Motardstr. 35, 13629 Berlin,  
E-Mail: uwe.duennbier@bwb.de

###### Projektpartner:

Berliner Wasserbetriebe, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Umweltbundesamt, Zweckverband Landeswasserversorgung Stuttgart

###### Ziel:

Erweiterung analytischer Methoden für Spurenstoffe und multiresistente Bakterien, Vervollständigung des Wissens über deren Verhalten im urbanen Wasserkreislauf.

###### Arbeitsschwerpunkte:

- » Target- und Non-Target-Analytik: Weiterentwicklung von Methoden der Target-Analyse bei der Erfassung der Eliminationsleistung von Wasseraufbereitungsstufen; Entwicklung geräteplattform-unabhängiger Non-Target-Analysemethoden, Kommunikation über die Datenbank DAIOS zur Identifizierung unbekannter Stoffe.
- » Methodische Untersuchungen zur Humanbelastung (Humanexposition): Bedeutung menschlicher Ausscheidungen als „Quelle“ von organischen Spurenstoffen. Entwicklung von Analyse- und Screeningmethoden sowie Vorhersage von Transformationsprodukten unter Nutzung von Datenbanken.
- » Mikrobiologie: Untersuchung von Antibiotikaresistenzgenen bzw. multiresistenter Bakterien an natürlichen und technischen Barrieren des urbanen Wasserkreislaufs.

---

##### Arbeitspaket 2:

##### Verfahren / technische Maßnahmen

###### Ansprechpartner:

**Prof. Dr.-Ing. Martin Jekel**, Technische Universität Berlin, Fachgebiet Wasserreinhaltung, Sekr. KF4, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, E-Mail: martin.jekel@tu-berlin.de

###### Projektpartner:

TU Berlin, Berliner Wasserbetriebe, Kompetenzzentrum Wasser Berlin

###### Ziel:

Technische Maßnahmen zur Verminderung von Spurenstoffkonzentrationen und Krankheitserregern im teilgeschlossenen Wasserkreislauf des Gesamtsystems Klärwerk Schönerlinde – Oberflächenwasser-Aufbereitungsanlage (OWA) Tegel – Tegeler See – Untergrundpassage – Wasserwerk Tegel, Beispiel eines urbanen Wassersystems mit geringen Verdünnungsraten.

###### Arbeitsschwerpunkte:

- Untersuchungen zu wissenschaftlich-technischen Grundlagen der Adsorption von Spurenstoffen an Aktivkohle sowie bei Ozonung bzw. Oxidation in verschiedenen Skalen vom Labor bis zur großtechnischen Demonstrationsanlage.
- » Batchversuche zur Auswahl geeigneter Pulveraktivkohlen (PAK) sowie granulierter Aktivkohlen (GAK)
  - » Untersuchungen zur PAK-Dosierung und zur GAK-Filtration
  - » Modellierung der Adsorptionsprozesse
  - » Ozonung zur Spurenstoff- und DOC-Oxidation
  - » Großtechnische Erprobung und Umsetzung von technischen Barrieren
  - » Planung, Bau, Betrieb und Monitoring einer Demonstrationsanlage

---

##### Arbeitspaket 3:

##### Biologische Wirkungen und stoffliche Bewertungen

###### Ansprechpartner:

**Prof. Dr. Thorsten Reemtsma**, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Department Analytik, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, E-Mail: thorsten.reemtsma@ufz.de

###### Projektpartner:

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, TU Berlin, Umweltbundesamt

###### Ziel:

Für etliche in den Arbeitspaketen „Analytik“ und „Verfahren“ detektierten Spurenstoffe fehlen toxi-kologische und ökotoxikologische Daten für die gezielte Gefahrenabschätzung. Aus diesem Grund untersucht das Arbeitspaket „Biologische Wirkungen und stoffliche Bewertungen“ toxische und öko-toxische Wirkungen dieser Spurenstoffe und von realen Wasserproben.

- Arbeitsschwerpunkte:
- » Entwicklung toxikologischer Prüfstrategien für neue Spurenstoffe und für belastete Wasserproben unter Beachtung der Gentoxizität als prioritärem Bewertungsparameter
  - » Bewertung der Humanrelevanz anthropogener Spurenstoffe im Wasserkreislauf auf Basis der gewonnenen Messergebnisse
  - » Erfassung ökotoxikologischer Wirkungen von Spurenstoffen durch eine Kombination aquatischer Testverfahren
  - » Evaluierung der Behandlungsverfahren hinsichtlich ihres Potentials zur Verminderung der toxischen Last
  - » Zusammenführung der Daten aus chemischer Analytik, technischen Maßnahmen und biologischer Testung. Priorisierung von Gefahrenpotentialen und Kategorisierung von Maßnahmeoptionen in Hinblick auf das Risikomanagement

---

#### **Arbeitspaket 4: Risikowahrnehmung und -verhalten**

**Ansprechpartner:** Prof. Dr. Nina Baur, Technische Universität Berlin, Institut für Soziologie, Fachgebiet Methoden der empirischen Sozialforschung, Franklinstr. 28-29, 10587 Berlin, E-Mail: nina.baur@tu-berlin.de

**Projektpartner:** TU Berlin, Berliner Wasserbetriebe

**Ziel:** Durch eine qualitative sozialwissenschaftliche Studie wird ein umfassendes Verständnis von Risikowahrnehmung, -bewusstsein und -verhalten von Wasserkonsumenten in Bezug auf anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf erlangt werden. Darüber hinaus werden mögliche Einflussfaktoren auf diese Dimensionen identifiziert werden. Die Erkenntnisse dieses Arbeitspakets werden Basis eines in Arbeitspaket 6 zu entwickelnden Risikomanagements sein.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Identifizierung des Ausmaßes und der Qualität der Divergenz zwischen naturwissenschaftlich abgeleiteten und subjektiv wahrgenommenen Risiken
  - » Aufdeckung spezifischer Risikoverhaltensmuster von Wasserkonsumenten
  - » Ergründung und Evaluierung von Einflussfaktoren auf Risikowahrnehmung, -bewusstsein und -verhalten, sowie Möglichkeiten der Einwirkung auf diese Faktoren

---

#### **Arbeitspaket 5: Verfahrensbewertung**

**Ansprechpartner:** Dr. Christian Remy, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, Cicerostr. 24, 10709 Berlin, E-Mail: christian.remy@kompetenz-wasser.de

**Projektpartner:** Kompetenzzentrum Wasser Berlin, Berliner Wasserbetriebe

**Ziel:** Ermittlung der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit von Barrieren zur Spurenstoffentfernung im Wasserkreislauf Berlins. Ansatz mit Methoden der Ökobilanz (Life Cycle Assessment) sowie umfassende Kostenrechnung.

**Arbeitsschwerpunkte:** Ökologische und ökonomische Bewertung unterschiedlicher technischer Verfahren zur Entfernung von Spurenstoffen, um den Entscheidungsträgern die Auswahl der optimalen Strategie bei unterschiedlichen Randbedingungen zu ermöglichen. Dafür werden:

- » Szenarien der Betrachtung entwickelt
- » Ein generisches Stoffstrommodell für den Berliner Wasserkreislauf am Tegeler See bezüglich relevanter Barrieren erstellt
- » Daten für die verschiedenen Barrieren erhoben und ins Stoffstrommodell transferiert
- » Umweltindikatoren ausgewertet (Wirkungsabschätzung, z.B. Carbon footprint) sowie die Stabilität der Aussagen über Sensitivitätsanalysen überprüft
- » Kosten der verschiedenen Szenarien erfasst sowie die Verfahren und systematischen Ansätze verglichen

#### **Arbeitspaket 6: Risikomanagement**

- Ansprechpartner:** **Dr. Alexander Sperlich**, Berliner Wasserbetriebe, Cicerostr. 24, 10709 Berlin, E-Mail: alexander.sperlich@bwb.de
- Projektpartner:** Berliner Wasserbetriebe, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, TU Berlin, Umweltbundesamt
- Ziel:** Die vorangegangenen Arbeitspakete ermöglichen eine umfassende Risikobewertung für anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf. Ziel des Arbeitspakets „Risikomanagement“ ist die Entwicklung eines umfassenden Risikomanagementsystems.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Überprüfung der existierenden Systeme zum Risikomanagement
  - » Exemplarische Durchführung eines risikobasierten und prozessorientierten Risikomanagements im Betrieb für die Aspekte anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger
  - » Integration existierender Ansätze in das aufgebaute Risikomanagementsystem
  - » Entwicklung einer neuen Kommunikationsstrategie für anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger auf Basis der Ergebnisse des Arbeitspaketes 4
- Alle erforderlichen Schritte für die Gefährdungsanalyse, Risikobewertung und Maßnahmen zur Risikobeherrschung werden detailliert beschrieben und Entscheidungsoptionen in einer Matrix sichtbar gemacht.
- 

#### **Arbeitspakete 7-8: Ergebnisverwertung, Projektmanagement**

- Ansprechpartner:** **Dr.-Ing. Mathias Ernst**, Technische Universität Berlin, Innovationszentrum Wasser in Ballungsräumen, Sekr. KF4, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, E-Mail: Mathias.ernst@tu-berlin.de
- Projektpartner:** TU Berlin, Berliner Wasserbetriebe, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Umweltbundesamt, Zweckverband Landeswasserversorgung Stuttgart
- Ziel:** Publikation der erarbeiteten Projektergebnisse, Präsentation und Verbreitung für das Fachpublikum sowie die interessierte Öffentlichkeit, Projektsteuerung, Aspekte zur Sicherung des geistigen Eigentums im Projektzusammenhang, Qualitätssicherung, Reporting und Abstimmung zwischen den Arbeitspaketen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Sicherung der Produkte und Meilensteine des Projekts, Beförderung und organisatorische Unterstützung, Projektberichte
  - » Output- und Abstimmungs-Workshops zwischen ASKURIS Projektpartnern und externen Institutionen, Non-Target Analytics Workshops
  - » Internetpräsenz und Abstimmung mit dem Koordinationsprojekt
  - » Fachspezifische Publikationen
  - » Handlungsempfehlung für Wasserversorger bzgl. des Risikomanagements (Leitfaden)

### 3.4. Präventives Risikomanagement in der Trinkwasserversorgung (PRiMaT)

- Laufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014
- Koordination:** **Dr. Frank Sacher**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: frank.sacher@tzw.de;
- Dipl.-Geoökol. Astrid Thoma**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: astrid.thoma@tzw.de
- Kurzbeschreibung:** Ein ganzheitliches Risikomanagement ist Voraussetzung für eine sichere und qualitativ hochwertige Trinkwasserversorgung, die jederzeit das Vertrauen der Verbraucher genießt. PRiMaT vereint 18 Partner aus Wasserversorgung, Industrie, Wissenschaft und Verbraucherinitiativen. PRiMaT befasst sich mit der Entwicklung einer ganzheitlichen, prozessorientierten Risikobetrachtung von Spurenstoffen und Krankheitserregern aus Sicht der Trinkwasserversorgung.
- Ziel:** PRiMaT wird ein risikobasiertes Gesamtkonzept zum Umgang mit Spurenstoffen und Krankheitserregern in der Trinkwasserversorgung erarbeiten. Das Konzept basiert auf den drei Säulen Risikoanalyse, Risikominderung und Risikokommunikation und wird unter enger Einbeziehung von Wasserversorgern und Verbrauchern erstellt.
- Arbeitsschwerpunkte:** Zur Risikoanalyse soll eine Beschreibung von Quellen und Ausbreitungsszenarien von neuen Spurenstoffen und Krankheitserregern in Wassereinzugsgebieten vorgenommen werden. Eingebunden in diesen Arbeitsbereich werden auch die Entwicklung und Validierung von modernen molekularbiologischen Nachweisverfahren für Mikroorganismen sowie die Charakterisierung von Spurenstoffen, Nanopartikeln und Krankheitserregern aus Sicht der Trinkwasseraufbereitung.
- Zur Risikominderung werden sowohl technische als auch präventive organisatorische Maßnahmen untersucht. Durch innovative oxidative Verfahren soll bereits im Rohwasser eine Barriere insbesondere gegen polare Wasserinhaltsstoffe errichtet werden. Die oxidativen Verfahren werden mit einer stimulierten Bodenpassage kombiniert, um mögliche Transformationsprodukte zurückzuhalten. Wasserinhaltsstoffe sollen auch durch neuartige adsorptive und membrantechnische Verfahren selektiver entfernbar werden. Die technischen Untersuchungen werden flankiert durch die Erarbeitung organisatorischer Maßnahmen zur Risikominderung sowie durch betriebswirtschaftliche Betrachtungen.
- Der Themenschwerpunkt Risikokommunikation befasst sich mit Bildungsmaßnahmen und Konzepten zur Kommunikation, um einen ausgewogenen Umgang mit Risiken zu erreichen. Dabei sollen neue, disziplinübergreifende Ansätze der Beteiligung verschiedener Interessengruppen entwickelt, implementiert und evaluiert werden. Darüber hinaus wird eine Konzeption für eine exemplarische Vertiefung im Schulbereich erarbeitet, um langfristig das Bewusstsein der Verbraucher für die Bedeutung der Trinkwasserversorgung zu vertiefen. Schließlich werden anhand von Beispielen aus der jüngeren Vergangenheit Erfahrungen zur Kommunikation zwischen Wasserversorgern und Verbrauchern ausgewertet, um Verbesserungspotentiale abzuleiten.

#### **Leitprojekt 1: Modelle und Konzepte zur Gefährdungsanalyse**

- Ansprechpartner:** **Sebastian Sturm**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: sebastian.sturm@tzw.de
- Projektpartner:** Hessenwasser GmbH & Co. KG, badenova AG & Co. KG, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zweckverband (ZV) Bodensee-Wasserversorgung, RheinEnergie AG, Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV), Gelsenwasser AG
- Kurzbeschreibung:** Übergeordnetes Ziel des Leitprojekts ist es, ein datenbankbasiertes Bewertungssystem zur spezifischen Gefährdungsanalyse für Wassereinzugsgebiete aufzubauen, das an verschiedenen Arten von Einzugsgebieten getestet wird.
- Ziel:** Ziel ist die Konzeptionierung einer GIS-kopplungsfähigen Gefährdungsdatenbank. Der Praxistest wird anhand fiktiver Szenarien oder bei Vorliegen geeigneter Datensätze und Informationen anhand von Fallbeispielen der beteiligten Projektpartner durchgeführt.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Konzeption einer Datenbank mit spezifischen Gefährdungen für Rohwasserressourcen
  - » Typisierung von Schadstoffquellen und Ausbreitungsszenarien von neuen Spurenstoffen und Krankheitserregern in Wassereinzugsgebieten
  - » Bereitstellung von praxisnahen Informationen zu typischen Gefährdungsarten, Quellen und Ausbreitungsszenarien von unerwünschten Wasserinhaltsstoffen sowie Datenerhebungen zu Güte, Menge und Flächennutzungsarten
  - » Nutzungs- und flächenspezifische Zuordnung von relevanten stofflichen und organismenspezifischen Emissionssituationen
  - » Erfassung und Zuordnung risikorelevanter Eigenschaften für Spurenstoffe und Mikroorganismen

#### **Begleitprojekt 1-1: Entwicklung und Validierung molekularbiologischer Methoden zum Nachweis von Krankheitserregern**

- Ansprechpartner:** **Dr. Beate Hamsch**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: beate.hamsch@tzw.de
- Projektpartner:** Ruhr-Universität Bochum (RUB), Institut für Wasserforschung GmbH (IfW)
- Kurzbeschreibung:** Wesentliche Voraussetzung für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse ist die Verfügbarkeit eines analytischen Instrumentariums. Während bei vielen Spurenstoffen moderne Analyseverfahren in ausreichender Zahl vorhanden sind, bestehen bei Krankheitserregern noch Defizite.
- Ziel:** Die Analytik von Krankheitserregern wird verbessert durch die Entwicklung, Optimierung und Validierung molekularbiologischer Nachweismethoden, die eine schnelle, spezifische und gegebenenfalls quantitative Detektion ermöglichen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Prüfung der Spezifität der Primer bzw. FISH-Sonden für Legionellen und Pseudomonas aeruginosa
  - » Entwicklung einer FISH- und PCR-Nachweismethode für Campylobacter
  - » Validierung der quantitativen molekularbiologischen Nachweismethoden für Campylobacter in Realproben
  - » Anpassung und Optimierung der PCR-Reaktionen
  - » Etablierung einer PMA- oder EMA-PCR zur Unterscheidung von intakten und nicht intakten Viren bzw. Bakterien
  - » Vergleich der neuen molekularbiologischen Nachweisverfahren mit dem bisherigen Bewertungssystem der TrinkwV und Überprüfung des Indikatorprinzips
  - » Detektion infektiöser Viren mittels Luminex-Methode
  - » Virale Genotypisierung mittels Luminex-Methode
  - » Nachweis von Viren im Oberflächenwasser mittels Luminex-Multiplexmethode

- Begleitprojekt 1-2: Testverfahren zur Beurteilung der Trinkwasserrelevanz von Mikroverunreinigungen und Nanopartikeln**
- Ansprechpartner:** **Dr. Oliver Happel**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: oliver.happel@tzw.de  
**Frank Remmler**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: remmler@ifw-dortmund.de
- Kurzbeschreibung:** Neben dem analytischen Nachweis eines Spurenstoffs oder eines potentiellen Krankheitserregers ist für seine Beurteilung in einer umfassenden Risikoanalyse immer auch sein Verhalten während der Aufbereitung einzubeziehen.
- Ziel:** Ziel ist die Beschreibung des Verhaltens von Spurenstoffen und Krankheitserregern bei der Trinkwasseraufbereitung durch Optimierung und Validierung von Labor-Testverfahren, die eine Vorhersage zum Verhalten von Spurenstoffen bei oxidativen Aufbereitungsverfahren, Membranverfahren, und technischen und natürlichen Filtrationsverfahren ermöglichen. Des Weiteren sollen Erkenntnisse zum Verhalten von Nanopartikeln bei oxidativen Aufbereitungsverfahren, Membran- und Flockungsverfahren gewonnen werden.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Mikroverunreinigungen: Entwicklung und Validierung der Testverfahren im Labormaßstab für oxidative Aufbereitungsverfahren und für Membranverfahren
  - » Mikroverunreinigungen und Organismen: Konzeptionierung und Entwicklung eines Testverfahrens zur Beurteilung der Entfernbarkeit mittels technischer und natürlicher Filtermaterialien
  - » Nanopartikel: Etablierung der Analytik, Entwicklung und Validierung der Testverfahren im Labormaßstab für oxidative Aufbereitungs-, Membran- und Flockungsverfahren
- Begleitprojekt 1-3: Wirksamkeit von Aufbereitungs- und Desinfektionsverfahren zur Elimination von Krankheitserregern**
- Ansprechpartner:** **Dr. Beate Hamsch**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: beate.hamsch@tzw.de
- Projektpartner:** Ruhr-Universität Bochum (RUB), Institut für Photonische Technologien e.V. (IPHT), Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) - Außenstelle Dresden
- Kurzbeschreibung:** Es werden Test- und Bewertungskonzepte zur Beurteilung der Trinkwasserrelevanz von Krankheitserregern erarbeitet.
- Ziel:** Es wird ein Laborsystem zur Prüfung der Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel für Krankheitserreger entwickelt. Zur kontinuierlichen und selektiven Bestimmung von Desinfektionsmittelrestgehalten wird ein Online-Spektrometer entworfen. Der Rückhalt von Krankheitserregern bei Uferfiltration und Bodenpassage wird mit molekularbiologischen Nachweismethoden überprüft.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Aufbau eines Laborsystems zur Prüfung der Desinfektionswirksamkeit von chemischen Desinfektionsmitteln und UV
  - » Desinfektionsversuche für ausgewählte Krankheitserreger und Fäkalindikatoren
  - » Quantitative spektrometrische Bestimmung von Chlor, Chlordioxid, Ozon und Desinfektionsmittelgemischen
  - » Ermittlung des Rückhalts bzw. der Inaktivierungs- und Absterbeprozesse von Krankheitserregern mittels molekularbiologischen Methoden
  - » Überprüfung der Eliminierung von Bakterien und Parasiten während Uferfiltration und künstlicher Grundwasseranreicherung
  - » Überprüfung der Desinfektionsverfahren hinsichtlich der Inaktivierung von Viren

#### **Begleitprojekt 1-4: Stoffkataster zu Problemstoffen mit Trinkwasserrelevanz**

**Ansprechpartner:** **Christian Skark**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: skark@ifw-dortmund.de

**Projektpartner:** Ruhr-Universität Bochum (RUB)

**Kurzbeschreibung:** Es sollen Stoffe oder Stoffgruppen identifiziert werden, die potentielle Schadstoffe in Roh- und Trinkwasser darstellen.

**Ziel:** Ziel ist die Weiterentwicklung von Bewertungskriterien für die Trinkwasserrelevanz von Stoffen anhand ausgewählter intrinsischer Stoffeigenschaften.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Identifizierung und Verknüpfung der Stoffeigenschaften und Verbreitungspotenziale zur Erkennung des Kontaminationspotenzials
- » Überprüfung des stoff- und verbrauchsorientierten Prognose-Modells
- » Untersuchung der identifizierten potenziellen Roh- und Trinkwasserkontaminanten
- » Screening auf humantoxikologische Relevanz für potenzielle Trinkwasserkontaminanten
- » Prüfung von stoffspezifischen risikobasierten Schwellenwerten

#### **Begleitprojekt 1-5: Beurteilungsgrundsätze für Monitoringkonzepte**

**Ansprechpartner:** **Dr. Carsten Schmidt**, RheinEnergie AG, Parkgürtel 24, 50823 Köln, E-Mail: ca.schmidt@rheinenergie.com

**Dr. Oliver Happel**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: oliver.happel@tzw.de

**Kurzbeschreibung:** Da die zur Wassergewinnung herangezogenen Wasserressourcen vielfältigen Nutzungen unterliegen, muss ihre qualitative Beschaffenheit regelmäßig und systematisch überwacht werden. Die entsprechenden Gütekontrollen sind elementarer Baustein des präventiven Risikomanagements.

**Ziel:** Erarbeitung von Beurteilungsgrundsätzen und Konzepten für aussagekräftige, problemoptimierte Untersuchungsprogramme als Grundlage für die Überwachung der Beschaffenheit von Wasserressourcen.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erarbeitung von Kriterien und Beurteilungsgrundsätze für die Identifizierung, Typisierung und Gefährdungsanalyse von Wässern
- » Erarbeitung von Standards für pragmatische und umsetzungsorientierte Monitoringkonzepte mit einer optimalen Parameterauswahl
- » Validierung der entwickelten konzeptionellen Herangehensweise anhand von Beispielen aus der Praxis

---

#### **Leitprojekt 2: Technische und organisatorische Maßnahmen zum Risikomanagement bei Wasserversorgern**

**Ansprechpartner:** **Frank Remmler**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: remmler@ifw-dortmund.de

**Kurzbeschreibung:** Im Leitprojekt 2 werden Folgerungen aus der Risikoanalyse und technische und organisatorische Maßnahmen für die Bedingungen der Trinkwasserversorgung zusammengeführt, um ein wirkungsvolles Instrumentarium zur Risikominderung zu erhalten.

**Ziel:** Die technischen Versuche in den Begleitprojekten werden hinsichtlich ihrer Implementierung in der Wasserwerkspraxis beurteilt.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Zusammenstellung des Spektrums an weitergehenden Aufbereitungsmaßnahmen sowie deren technischen Möglichkeiten und Anwendungs- und Leistungsgrenzen
- » Charakterisierung wasserwerkstypischer Ausgangssituationen mit einem Handlungsbedarf hinsichtlich möglicher Risiken durch Spurenstoffe und Krankheitserreger

- » Zusammenstellung von notwendigen organisatorischen Maßnahmenansätzen und ihrer strategischen Wirkungsmöglichkeiten
- » Zusammenführung der Folgerungen aus den technischen und organisatorischen Maßnahmen aus den Begleitprojekten und Arbeitspaketen
- » Erarbeitung technisch-organisatorischer Maßnahmen für das Risikomanagement von Wasserversorgern

#### **Begleitprojekt 2-1: Innovative Oxidationsverfahren**

- Ansprechpartner:** **Volker Schlitt**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: volker.schlitt@tzw.de
- Klaus Döhmen**, VWW Verbund-Wasserwerk Witten GmbH, c/o AVU Aktiengesellschaft für Versorgungs-Unternehmen, An der Drehbank 18, 58285 Gevelsberg, E-Mail: doehmen@avu.de
- Kurzbeschreibung:** Es wird die Entfernung von Spurenstoffen im Vorfeld von Wasserfassungen zur Trinkwasserversorgung mittels innovativer oxidativer Verfahren untersucht.
- Ziel:** Es werden vergleichende Untersuchungen zur Entfernung von Spurenstoffen vor der Untergundpassage durch ein innovatives und energieeffizientes, elektrokatalytisches Oxidationsverfahren auf Basis von Nano-Polyanilin-Elektroden (PAni-Reaktor) und ein klassisches AOP-Verfahren (Ozon-Wasserstoffperoxid) durchgeführt.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Konzeption und Bau eines kleintechnischen PAni-Reaktors einschließlich Auswahl eines geeigneten Vorbehandlungsverfahrens
  - » Dimensionierung und Bau der Versuchsanlagen zur erweiterten Oxidation und zum biologischen Abbau der Oxidationsnebenprodukte (Bodensäulen)
  - » Optimierung der Schadstoffelimination in den einzelnen Straßen des Versuchskomplexes durch Variation der Betriebsbedingungen
  - » Untersuchungen zum biologischen Abbau der Schadstoffe und NOM in beiden Versuchsanlagen
  - » Durchführung betriebswirtschaftlicher Betrachtungen insbesondere in Hinblick auf den Energiebedarf

#### **Begleitprojekt 2-2: Stimulierung des biologischen Abbaus**

- Ansprechpartner:** **Dr. Andreas Tiehm**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: andreas.tiehm@tzw.de
- Dr. Gudrun Preuss**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: preuss@ifw-dortmund.de
- Kurzbeschreibung:** Die gezielte Stimulation der biologisch aktiven Organismen im Untergrund wird untersucht.
- Ziel:** Durch gezielte Anregung des biologischen Abbaus bei der Bodenpassage soll ein verbesserter Abbau von Schadstoffen und die weitergehenden Entfernung von Transformationsprodukten aus den oxidativen Aufbereitungsverfahren erreicht werden.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Versuche zur Stimulation des biologischen Abbaus durch elektrochemische Vorbehandlung im Labormaßstab
  - » Untersuchungen bei verschiedenen Redox-Bedingungen

#### **Begleitprojekt 2-3: Prüfung auf Bildung von Transformationsprodukten**

- Ansprechpartner:** **Dr. Oliver Happel**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: oliver.happel@tzw.de
- Projektpartner:** Hydrotox GmbH, RheinEnergie AG
- Kurzbeschreibung:** Bei der Anwendung chemischer und biologischer Aufbereitungsverfahren ist der Identifizierung und Bewertung von Transformationsprodukten und Metaboliten besondere Bedeutung beizumessen.

**Ziel:** Ziel ist die Identifizierung von Transformationsprodukten und Metaboliten, die bei den oxidativen Aufbereitungsverfahren und dem biologischen Abbau entstehen. Es erfolgt eine humantoxikologische Bewertung auf der Basis von klassischen und höherwertigen Säugerzellen basierten Gentoxizitätstests.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Qualitative Bestimmung und Identifizierung von Transformationsprodukten mittels verschiedenen Analysetechniken (RP- und HILIC-LC-MS, LC-ToF-MS, IC-LFD, LC-DAD)
- » Nachweis gentoxischer Effekte durch V79 Micronucleus Test
- » Nachweis gentoxischer Effekte durch den alkalischen Comet Assay (V79 Zelllinie mit und ohne exogene metabolische Aktivierung; Vergleich mit der Zelllinie Hep-G2 (humane Leberzelllinie))
- » Durchführung von klassischen bakteriellen Gentoxizitätstests (umu-Test, Ames-Fluktuationstest)

#### **Begleitprojekt 2-4: Selektive Schadstoffentfernung mittels Elektrodialyse**

**Ansprechpartner:** **Dr. Hans-Jürgen Rapp**, Deukum GmbH, Maybachstr. 5, 72636 Frickenhausen, E-Mail: info@deukum.de

**Dr. Uwe Müller**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: uwe.mueller@tzw.de

**Kurzbeschreibung:** Die Elektrodialyse ist ein modernes und vergleichsweise energetisch günstiges Aufbereitungsverfahren, das derzeit meist zur Entsalzung eingesetzt wird. Mittels Elektrodialyse können ebenfalls bestimmte, bisher schlecht entfernbare organische Spurenstoffe mit einer gewissen Selektivität in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Spurenstoffe und der Ionenaustauschmembranen zurückgehalten werden.

**Ziel:** Es sollen die Einsatzmöglichkeiten der Elektrodialyse zur selektiven Entfernung von Spurenstoffen aus Rohwässern (geringer Salzgehalt) und Konzentraten von Nanofiltrations- bzw. Niederdruckumkehrosiose-Anlagen (höherer Salzgehalt) untersucht werden.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Auswahl von Leitsubstanzen für Untersuchungen zur Elektrodialyse
- » Festlegung typischer Merkmale des zu behandelnden Wassers
- » Auswahl typischer Ionenaustauschermembranen
- » Test verschiedener Membranen hinsichtlich der Adsorption der Leitsubstanzen ohne und mit elektrischem Feld
- » Versuche zur Regeneration von Membranen zur Wiederherstellung des Rückhaltevermögens für Mikroverunreinigungen
- » Analytische und technische Begleitung beim Betrieb einer kleintechnischen Elektrodialyseanlage

#### **Begleitprojekt 2-5: Selektive Adsorber- und Austauschmaterialien**

**Ansprechpartner:** **Raik Schönfeld**, Blücher GmbH, Mettmanner Str. 25, 40699 Erkrath, E-Mail: raik.schoenfeld@bluecher.com

**Projektpartner:** Wasserwerke Westfalen GmbH, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Gelsenwasser AG

**Kurzbeschreibung:** Neuartige Adsorptionsmaterialien auf Polymerbasis weisen gegenüber konventionellen Aktivkohlen bei polaren Stoffen eine sehr viel höhere Adsorptionsleistung auf. Die Materialeigenschaften können zudem so maßgeschneidert werden, dass gezielt Spurenstoffe entfernt werden können.

**Ziel:** Es sollen neuartige Adsorptionsmaterialien zum Rückhalt von Spurenstoffen in der Trinkwasseraufbereitung im Labor- und Technikumsmaßstab untersucht werden. Zudem sollen Verfahren zur ökologisch und ökonomisch effizienten in situ-Regeneration der neuartigen Materialien getestet werden.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Verfahrenstechnische Konfektionierung der Sorptionsmaterialien im Hinblick auf eine Anwendung in der Trinkwasseraufbereitung
- » Durchführung von Säulenversuchen zur Anpassung und Optimierung der praxisrelevanten verfahrenstechnischen und betrieblichen Parameter für den Filtrationsprozess

- » Optimierung des Rückhaltevermögens der Hochleistungsadsorbentien gegenüber relevanten Spurenstoffen in Batch-Versuchen und in Säulen-Versuchen
- » Entwicklung von alternativen Applikationsmodulen der polymeren Sorptionsmaterialien
- » Durchführung von Versuchen zur in situ-Regeneration der neuartigen Materialien
- » Erstellung einer Bilanzierung für das neuartige Adsorptionsmaterial in Richtung eines produktbezogenen Carbon Footprints

#### **Begleitprojekt 2-6: Kosten-Nutzen-Analyse für Maßnahmen der Emissionsminderung**

**Ansprechpartner:** **Dr. Nicola Werbeck**, Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V. (RUFIS), Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, E-Mail: n.werbeck@rufis.de

**Christian Skark**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: skark@ifw-dortmund.de

**Kurzbeschreibung:** Um zwischen verschiedenen technischen Maßnahmen zur Trinkwasseraufbereitung eine Auswahl treffen zu können, müssen sie hinsichtlich ihrer Kosten und ihres Nutzen bewertet werden. Darauf aufbauend können über einen Kosten-Nutzen-Vergleich Alternativen in eine Reihenfolge gebracht werden.

**Ziel:** In diesem Begleitprojekt werden aufbauend auf Expertenschätzungen und Erfahrungen aus dem laufenden Projekt die Gesamtkosten verschiedener technischer Maßnahmen zur Entfernung von Spurenstoffen und Krankheitserregern ermittelt. Diesen Kosten sind Nutzeffekte gegenüber zu stellen, damit die Vorteilhaftigkeit der einzelnen Maßnahmen abgeschätzt werden kann.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Zusammenstellung der entsprechenden Parameter für ein Modellwasserwerk hinsichtlich des technischen Aufwandes sowie der damit verbundenen Investitions- und Betriebskosten
  - » Entwicklung eines Grundgerüsts zur Nutzen- und Kostenerfassung
  - » Detaillierte Vorbereitung einer Nutzwertanalyse zur (Vor-)Auswahl von Maßnahmen
  - » Kostenerfassung einzelner Maßnahmen
  - » Vorabprüfung einzelner Maßnahmen anhand von Kostenwirksamkeitsanalysen und Elimination ineffizienter Maßnahmen
  - » Detaillierte Prüfung verbleibender Maßnahmen mit einem Kosten-Nutzen-Vergleich

#### **Begleitprojekt 2-7: Organisatorische Emissionsminderungsmaßnahmen**

**Ansprechpartner:** **Christian Skark**, Institut für Wasserforschung GmbH (IfW), Zum Kellerbach 46, 58239 Schwerte, E-Mail: skark@ifw-dortmund.de

**Sebastian Sturm**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: sebastian.sturm@tzw.de

**Kurzbeschreibung:** Neben technischen Maßnahmen zur Risikominderung stehen einem Wasserversorger auch organisatorische und wasserwirtschaftliche Instrumente zur Verfügung, um auf Gefährdungen durch Spurenstoffe oder Krankheitserreger zu reagieren.

**Ziel:** Nach Abschätzung des Gefährdungspotenzials für neue Spurenstoffe und Krankheitserreger sollen präventive wasserwirtschaftliche Emissionsminderungsmaßnahmen abgeleitet werden. Die Schlussfolgerungen schließen Empfehlungen für organisatorische Anpassungen und Gegenmaßnahmen im Ressourcenschutz ein.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Entwicklung repräsentativer Typsituationen zur Abbildung der Trinkwasserversorgung in Deutschland
  - » Identifizierung von Ansatzpunkten bzw. -möglichkeiten für Maßnahmen zur Emissionsminderung
  - » Bewertung von Konzepten im Hinblick auf eine Reduzierung von Gefährdungspotentialen für die Trinkwasserversorgung
  - » Überprüfung bestehender Maßnahmen zur Emissionsminderung im Einzugsgebiet (Wasserschutzgebiet)
  - » Ableitung von Handlungsempfehlungen

#### **Leitprojekt 3: Interaktive Risikokommunikation**

- Ansprechpartner:** **Sebastian Sturm**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: sebastian.sturm@tzw.de
- Projektpartner:** badenova AG & Co. KG, Universität Bayreuth, regioWASSER e.V., Hessenwasser GmbH & Co. KG, Zweckverband (ZV) Bodensee-Wasserversorgung, RheinEnergie AG, Gelsenwasser AG
- Kurzbeschreibung:** Der Kommunikation zwischen Wasserversorgern und Verbrauchern kommt beim Umgang mit dem Thema Spurenstoffe und Krankheitserregern eine besondere Bedeutung zu.
- Ziel:** Das Ziel des Leitprojekts 3 ist die Erarbeitung einer disziplinübergreifenden Gesamtstrategie für die Kommunikation von Wasserversorgern in Bezug auf das mögliche Vorkommen von Spurenstoffen und Krankheitserregern in Roh- und Trinkwässern.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Entwicklung einer Methodik zur Erfassung der Risikowahrnehmung
  - » Abfrage der Bedürfnisse der Wasserversorger
  - » Analyse der Kommunikation zwischen Verbrauchern und Wasserversorgern
  - » Interaktive Erörterung der Resultate mit den Wasserversorgern
  - » Bereitstellung von Informationen zur aktuellen Praxis der Risikokommunikation durch die Wasserversorger
  - » Ermittlung des Verbesserungsbedarfs aus Sicht der Wasserversorger und möglicher Potentiale zur Weiterentwicklung

#### **Begleitprojekt 3-1: Internetportal**

- Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Franz X. Bogner**, Universität Bayreuth, Universitätsstr. 30, Gebäude NWI, 95447 Bayreuth, E-Mail: franz.bogner@uni-bayreuth.de
- Kurzbeschreibung:** Ein Internetportal stellt eine zukunftsfähige und elegante Möglichkeit dar, wissenschaftliche Informationen einer breiten Öffentlichkeit, hier Lehrern und ihren Schülern, zeitnah zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig eine Rückmeldung über den Erfolg der Kommunikationsstrategie zu erhalten.
- Ziel:** Erstellung eines Internetportals zur Weiterbildung von Lehrern und Schülern und gegebenenfalls weiteren Privatpersonen, die dann als Multiplikatoren für die Fokusgruppe der Verbraucher fungieren. Ziel ist es langfristig, das allgemeine Verständnis der Verbraucher um die wissenschaftlichen Hintergründe rund um die Thematik Trinkwasser zu verbessern. Damit sollen Verbraucher in die Lage versetzt werden, Mitteilungen der Medien besser zu interpretieren und das eigene Handeln darauf besser abzustimmen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Portal erstellen und pilot-testen (technische Tests in der Universität, Pilottestung zunächst mit Studenten)
  - » Bereitstellen ausgewählter Inhalte als Vorlagen auf dem Portal
  - » Erfassung und Begleitung des wissenschaftlichen Inhalts des Portals

#### **Begleitprojekt 3-2: Schulbildung und Lehrerfortbildung**

- Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Franz X. Bogner**, Universität Bayreuth, Universitätsstr. 30, Gebäude NWI, 95447 Bayreuth, E-Mail: franz.bogner@uni-bayreuth.de
- Kurzbeschreibung:** Wasser ist zunehmend ein Thema der Fachdidaktik geworden, insbesondere im Hinblick auf eine schülergerechte Sensibilisierung. Als allgegenwärtiges Gut ist es in aller Regel etwas Selbstverständliches und daher meist nicht besonders geschätzt und geachtet. Wasser ist immer vorhanden, sobald der Wasserhahn geöffnet wird. Welche Anstrengungen hinter der gängigen Wasserqualität liegen, weiß in aller Regel kein Schüler.
- Ziel:** Es wird eine exemplarische Vertiefung der Thematik Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasser im Schulbereich vorgenommen. Dabei sollen die Fortbildungen vor allem Lehrer und Mitarbeiter der Wasserversorgungsunternehmen zusammenbringen. Hierdurch wird langfristig eine wissenschaftlichere Herangehensweise bei Fragen der Wasserqualität erwartet.

- Arbeitsschwerpunkte:** » Entwicklung exemplarischer Lernszenarios  
» Lehrerfortbildungen, idealerweise vor Ort, z.B. in Wasserwerken

**Begleitprojekt 3-3: Verbraucherorientierte Risikokommunikation**

**Ansprechpartner:** **Nikolaus Geiler**, regioWASSER e.V., Alfred-Döblin-Platz 1, 79100 Freiburg, E-Mail: nik@akwasser.de

**Sebastian Sturm**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84,  
76139 Karlsruhe, E-Mail: sebastian.sturm@tzw.de

**Kurzbeschreibung:** Für eine angemessene und erfolgreiche Risikokommunikation zwischen Wasserversorger und Verbraucher muss auch die differenzierte Risikowahrnehmung aller Beteiligten (Versorger, Behörden, Verbraucher,...) berücksichtigt werden.

**Ziel:** Ziel des Begleitprojekts ist es, bestehende und von den relevanten Akteuren und Fokusgruppen akzeptierte bzw. akzeptierbare Ansätze anhand ihrer Erfahrungen herauszuarbeiten und weiterzuentwickeln. Hier sollen Erfahrungen, Interessen und Erwartungen der Schlüsselakteure anhand von Fallbeispielen aus der näheren Vergangenheit aufgearbeitet und unter wissenschaftlichen Aspekten im Hinblick auf die unterschiedlichen Fokusgruppen ausgewertet werden.

- Arbeitsschwerpunkte:** » Auswertung von geeigneten Fallbeispielen zur Risikokommunikation im Trinkwasserbereich  
» Auswertung von ausgewählten Beispielen für Kommunikationsstrategien aus der chemischen Industrie  
» Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Workshops mit allen wesentlichen Akteuren

#### 3.5. Risikomanagement in der Trinkwasser-Hausinstallation – Schnellnachweismethoden für bakterielle Kontaminationen und Begleitung von Sanierungsvorhaben (RiMaTH)

**Laufzeit:** 01.01.2012 – 31.12.2014

**Koordinator:** **PD Dr. Wolfgang Fritzsche**, Institut für Photonische Technologien (IPHT), Abt. Nanobiophotonik, A.-Einstein-Str. 9, 07745 Jena, E-Mail: fritzsche@ipht-jena.de

**Kurzbeschreibung:** Ziel des Forschungsprojektes ist es, durch intelligente Verknüpfung verschiedener Untersuchungstechniken sowohl eine schnelle Aussage über mögliche Gesundheitsgefährdungen treffen zu können als auch Fragen zur Vermehrungsfähigkeit von nachgewiesenen Pathogenen sicher beantworten zu können. Die Untersuchungsmethodik soll dabei eingebettet sein in ein Gesamtkonzept zur Beurteilung der hygienischen Situation und zum Umgang mit Risiken während einer Sanierung. Dazu ist eine durchdachte Probenahmestrategie ebenso wichtig wie Zusammenarbeit mit dem Betreiber des betroffenen Gebäudes und den zuständigen Gesundheitsbehörden. Die Ergebnisse aus Untersuchungen mit verschiedenen Methoden müssen richtig bewertet und in Beziehung zueinander gesetzt werden. Die so gewonnenen Ergebnisse müssen so kommuniziert werden, dass gleichzeitig Gesundheitsgefährdungen minimiert und Überreaktionen vermieden werden. Durch die bessere Beurteilung der Risiken werden Zeit- und Kostenvorteile insbesondere bei Sanierungsmaßnahmen erwartet.

Für die Untersuchungen sollen mehrere Gebäude mit unterschiedlichen Nutzungen einbezogen werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf Gebäude gelegt werden, bei denen Hygienemängel bereits bekannt sind, die Probleme bei Sanierung und Risikomanagement bisher aber nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten.

Ein technisches Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Schnellnachweismethoden zur Detektion, Klassifizierung und Aktivitätsanalyse hygienisch relevanter Mikroorganismen. Dabei erfolgt eine Evaluierung und Implementierung von miniaturisierten (chipbasierten) und damit parallelisierbaren, molekularbiologischen Methoden zur Detektion in Ergänzung zu den Kultivierungsverfahren, sowie eine Proof-of-concept-Studie zum Einsatz der Raman-Spektroskopie. Dabei werden die Techniken für einen Nachweis von Legionellen etabliert und dann auf den Erreger *Pseudomonas* ausgeweitet als Beispiele für relevante Erreger. Eine Erweiterung auf einen größeren Satz von Erregern ist damit vorbereitet.

Mit den konzipierten Systemen soll sowohl eine Klassifizierung auf Gattungsebene als auch eine lebend/tot Diskriminierung der Schadkeime erreicht werden. Diese Informationen bilden eine fundierte Datenbasis für die Detektion von Schadkeimen, die nachfolgende Risikobewertung, die Auswahl von Dekontaminations- bzw. Sanierungsverfahren und deren Erfolgskontrolle.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Etablierung von Bewertungsmaßstäben / Gefährdungsanalyse
  - » Konzeptarbeit für Beprobung von Trinkwassersystemen in Gebäuden zur Feststellung von möglichen Kontaminationen mit Legionellen
  - » Entwicklung von Schnellnachweismethoden zur Detektion, Klassifizierung und Aktivitätsanalyse hygienisch relevanter Mikroorganismen.
    - Erarbeitung neue molekularbiologische Nachweisverfahren für die Untersuchung von hygienisch relevanten Parametern in Wasserproben
      - PCR/Array-System: Realisierung Labormuster eines mobilen Systems zur Nukleinsäurebasierten Detektion und Klassifizierung aktiver Mikroorganismen als Kombination aus PCR und Microarray (elektr. DNA-Chip)
      - On-line Fluoreszenzdetektion: Realisierung Labormuster zur Real-time Multiplex-PCR, bei der verschiedene Ziel-DNA gleichzeitig amplifiziert wird und diese Amplifikation durch den Einsatz spektral verschiedener Fluoreszenzfarbstoffe direkt (real-time) für jede DNA verfolgt werden kann.
    - Proof-of-concept-Studie zum Einsatz der Raman-Spektroskopie und Aufstellung einer entsprechenden Raman-Datenbank
  - » Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen: Risikomanagement und Schulung

## Teilprojekte

### Teilprojekt 1: **Artspezifischer Nachweis von Keimen in Wasser mit Chip-basierten Techniken**

**Ansprechpartner:** **PD Dr. Wolfgang Fritzsche**, Institut für Photonische Technologien (IPHT), Abt. Nanobiophotonik, A.-Einstein-Str. 9 07745 Jena, E-Mail: fritzsche@ipht-jena.de

**Ziel:** Entwicklung von innovativem und schnellem art- bzw. gattungsspezifischem Nachweis bzw. Identifizierung von mikrobiellen Kontaminationen in Hauswasserinstallationssystemen zur mobilen Nutzung auf der Basis von Nukleinsäure-basierten Chipverfahren in zwei Formen: PCR/Array und Multiplex-PCR.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Realisierung der Labormuster PCR/Array-System: Realisierung Labormuster eines mobilen Systems zur Nukleinsäure-basierten Detektion und Klassifizierung aktiver Mikroorganismen als Kombination aus PCR und Microarray (elektr. DNA-Chip)
- » On-line Fluoreszenzdetektion: Realisierung Labormuster zur Real-time Multiplex-PCR, bei der verschiedene Ziel-DNA gleichzeitig amplifiziert wird und diese Amplifikation durch den Einsatz spektral verschiedener Fluoreszenzfarbstoffe direkt (real-time) für jede DNA verfolgt werden kann.

### Teilprojekt 2: **Labormuster für den (mobilen und miniaturisierten) Schnellauchweis von Mikroorganismen**

**Ansprechpartner:** **Dr.-Ing. Jörg Weber**, Analytik Jena AG, Konrad-Zuse-Str. 1, 07743 Jena, E-Mail: j.weber@analytik-jena.de

**Ziel:** Ziel des Teilprojektes ist es, durch eine Verknüpfung von verschiedenen Untersuchungstechniken (z.B. PCR/Microarray sowie Multiplex-PCR) sowohl eine schnelle Aussage über mögliche Gesundheitsgefährdungen durch bakterielle Kontaminationen bei Hauswasserinstallationen treffen zu können, als auch eine fundierte Sanierung dieser zu ermöglichen. Die Aufgaben der Analytik Jena (AJ) betreffen dabei insbesondere die Realisierung von Labormustern für den (mobilen und miniaturisierten) Schnellauchweis von Mikroorganismen.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Technologieentwicklung PCR/Array-Chipsystem: In diesem Schwerpunkt werden modulare Komponenten für die DNA-Amplifikation (PCR) und für die Unterscheidung verschiedener Spezies mittels Hybridisierung und nachfolgender elektrischer Detektion (Array) entworfen, realisiert und an biologischen Modellsystemen getestet. Ziel ist der Aufbau eines funktionsfähigen Labormusters.
- » Daneben werden in einem Unterauftrag abgestimmte Datenkommunikations- und Softwarelösungen für das Detektionssystem erarbeitet.

### Teilprojekt 3: **Artspezifischer Nachweis von Keimen in Wasser auf DNA/RNA-Basis**

**Ansprechpartner:** **Dr. Antje Breitenstein**, Biosolutions GmbH Halle, Weinbergweg 22, 06120 Halle, E-Mail: breitenstein@biosolutions-halle.de

**Ziel:** Realisierung Labormuster eines mobilen Systems zur Nukleinsäure-basierten Detektion und Klassifizierung aktiver Mikroorganismen als Kombination aus PCR und Microarray (elektr. DNA-Chip)

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » PCR/Array; Realisierung/Testung Modul Microarray; Testung komb. PCR mit Microarray mit DNA; Etablierung RNA-PCR/Microarray; Testung an Modellsystemen; Testung und Validierung Labormuster; Chip-basierte Multiplex-PCR mit Schmelzkurvendetektion,
- » On-line Fluoreszenz: Parameter- und Schnittstellendefinition; Erarbeitung Multiplex-PCR; Etablierung und Testung Real-time-Detektion Multiplex-PCR

#### **Teilprojekt 4: Artspezifischer Nachweis von Keimen in Wasser mit Chip-basierten Techniken**

**Ansprechpartner:** **Dipl.-Biol. Benedikt Schaefer**, Umweltbundesamt, Heinrich-Heine-Str. 12, 08645 Bad Elster, E-Mail: Benedikt.Schaefer@uba.de

**Ziel:** Entwicklung eines Konzeptes zur Beurteilung von Legionellenbelastungen in Trinkwasser-Hausinstallationen bei Einsatz von quantitativen molekularbiologischen Nachweismethoden sowie Kommunikation und Bewertung der Ergebnisse gegenüber verantwortlichen Gebäudebetreibern und ggf. Gesundheitsbehörden

**Arbeitsschwerpunkte:** Das Vorkommen von Legionellen im Trinkwasserverteilungssystem von großen Gebäuden wird durch kulturelle Untersuchung von Wasserproben aus geeigneten Probennahmestellen analysiert. Diese klassische Bewertung der trinkwasserhygienischen Verhältnisse in Gebäudeinstallationen wird verglichen mit der Bewertung von Untersuchungsergebnissen nach Untersuchungen mit quantitativer PCR. Das Vorhaben soll dazu beitragen, Bewertungsmaßstäbe für Untersuchungen mit molekularbiologischen Methoden herzuleiten und zu etablieren. Geplant ist die Untersuchung von ca. 100 großen Gebäuden mit verschiedener Nutzung (Krankenhäuser, Pflegeheime, große Wohngebäude). Die Ergebnisse der Untersuchungen (klassisch wie auch mit PCR) müssen bewertet und Betreibern sowie ggf. den zuständigen Gesundheitsbehörden in geeigneter Form kommuniziert werden. Dazu wird das in diesem Bereich neue Instrument einer Gefährdungsanalyse eingesetzt. Insbesondere die Verwendung von Ergebnissen von molekularbiologischen Schnellverfahren ist in diesem Zusammenhang stark erklärungsbedürftig. Ergänzt wird die Beratung von betroffenen Verantwortlichen durch Bildungsangebote (z.B. in Anlehnung an Schulungen gemäß VDI-Richtlinie 6023). Auch für diese Schulungen ist die Anwendung von molekularen Schnellmethoden neu.

---

#### **Teilprojekt 5: Raman-spektroskopische Identifizierung von Wasserpathogenen**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Jürgen Popp**, Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU), Institut für Physikalische Chemie (IPC), Helmholtzweg 4, 07743 Jena, E-Mail: Juergen.popp@uni-jena.de

**Ziel:** Erforschung neuer Strategien zur kultivierungsfreien Identifizierung von mikrobiellen Kontaminationen in Hauswasserinstallationssystemen mittels Mikro-Raman-Spektroskopie

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Aufstellung einer Raman-Datenbank zur Identifizierung von Pathogenen aus Wasserproben mit Schwerpunkt Legionellen und Pseudomonaden
- » Etablierung geeigneter Isolierungstechniken aus Biofilmen
- » Lokalisierung der Bakterien mittels angepasster Fluoreszenz-Mikroskopie

### 3.6. Risiken durch Abwässer aus der intensiven Tierhaltung für Grund- und Oberflächenwasser in Agrarräumen (RiskAGuA)

- Laufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014
- Koordinator:** **Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Dott**, Institut für Hygiene und Umweltmedizin (IHU), Universitätsklinikum Aachen, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen, E-Mail: wolfgang.dott@post.rwth-aachen.de
- Kurzbeschreibung:** In dem Verbundprojekt RiskAGuA werden zunächst in einem zweistufigen Screening-Programm das Ausmaß der Ausbringung und die Persistenz von Veterinärpharmaka, pathogenen Mikroorganismen und deren Resistenzen über die Gülleverwertung und die Verteilung in den Umweltkompartimenten Boden, Grund- und Oberflächenwasser bestimmt. Die Erfassung, Dokumentation und Bilanzierung der durch feste und wässrige Abfälle aus der Viehmast sowie der Milchviehwirtschaft hervorgerufenen Belastungen von Boden, Grund- und Oberflächenwasser durch Veterinärpharmaka (Antibiotika, metallhaltige Desinfektionsmittel), potentiell pathogene Bakterien, deren Antibiotika-Resistenzen und Resistenzgene stehen im Fokus des Vorhabens.
- Dazu wird neben der Analyse von natürlichen Ausbreitungsbarrieren (Boden, Grund- und Oberflächengewässer) ein Schwerpunkt auf der Schaffung künstlicher Barrieren wie Biogas-, weitergehende Abwasser- und Abfallanlagen liegen, die neben Energiegewinnung eine weitergehende Rückhaltung und Abtrennung von wassergefährdenden Stoffen sowie ein Nährstoffrecycling ermöglichen.
- Weiterhin erfolgt die Bilanzierung des Ausmaßes der Persistenz bzw. der Schadstoffeliminierung durch Adsorption, Metabolisierung, Mineralisierung und/oder Inaktivierung während des Transports durch
- » natürliche Ausbreitungsbarrieren (Bodenpassage, Selbstreinigungspotential der Grund- und Oberflächenwässer),
  - » künstliche biotechnologische Barrieren (Biogas-, weitergehende Abwasser- und Abfallanlagen, Wertstoffrückgewinnung und -reinigung) und die
  - » Art der landwirtschaftlichen Verwertung
- Ferner werden dezentrale biotechnologische Verfahren etabliert, weiterentwickelt und optimiert, welche die aus der Gülleverwertung (direkte Ausbringung, Biogasproduktion → Ausbringung, weitergehende Behandlung → Ausbringung) stammende Belastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser mindern, mit dem Ziel, neben Makroschadstoffen auch veterinärpharmakologische Spurenstoffe, ökotoxische Substanzen sowie pathogene Mikroorganismen und Antibiotikaresistenzen zu reduzieren.
- Ziel:** Ausgehend von einer deduktiv erfassten und experimentell abgesicherten numerischen Modellierung der Grundwasserströmungs- und Stofftransportprozesse in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone sollen die Wirkzusammenhänge zwischen Emission und Folgen für den Wasserkreislauf aufgezeigt und zur Sicherstellung des internen und externen Wissenstransfers in eine Wissensplattform implementiert werden, aus der wissenschaftlich Evidenz-basierte Handlungsdirektiven aus der Praxis abgeleitet und ein Risikomanagement kommuniziert werden können.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Screening-Programm zur Bestimmung des Ausmaßes der Ausbringung und der Persistenz von Veterinärpharmaka, pathogener Mikroorganismen und deren Resistenzen über die Gülleverwertung und die Verteilung in den Umweltkompartimenten Boden, Grund- und Oberflächenwässer.
  - » Analyse von natürlichen Ausbreitungsbarrieren (Boden, Grund- und Oberflächengewässer).
  - » Schaffung künstlicher Barrieren wie Biogas-, weitergehende Abwasser- und Abfallanlagen, die neben Energiegewinnung eine weitergehende Rückhaltung und Abtrennung von wassergefährdenden Stoffen sowie ein Nährstoffrecycling ermöglichen.
  - » Etablierung, Weiterentwicklung und Optimierung dezentraler biotechnologischer Verfahren, welche die aus der Gülleverwertung (direkte Ausbringung, Biogasproduktion → Ausbringung, weitergehende Behandlung → Ausbringung) stammende Belastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser mit Makroschadstoffen, veterinärpharmakologischen Spurenstoffen und pathogenen Mikroorganismen verringern.
  - » Modellierungen der Grundwasserströmungs- und Stofftransportprozesse in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone sollen die Wirkzusammenhänge zwischen Emission und Folgen für den Wasserkreislauf aufzeigen.
  - » Ableitung von Risikomanagement/Handlungsdirektiven sowie deren Vermittlung an die Agrarwirtschaft.

#### Teilprojekte

##### **Teilprojekt 1: Emissions- und Immissionsminimierung durch biotechnologische Prozesse mit Wertstoffrückgewinnung**

**Ansprechpartner:** **Univ.-Prof. Dr. Ing. Norbert Rübiger**, Institut für Umweltverfahrenstechnik, Universität Bremen, Leobener Straße, 28359 Bremen, E-Mail: raebiger@iuv.uni-bremen.de

**Ziel:** Entwicklung einer Verfahrensführung (z.B. hohes Schlammalter, anaerob/aerob) zur Rückhaltung wassergefährdender Stoffe aus der Biogasproduktion mit einer innovativen Abwassertechnologie (Biomembran-Strahlzonen-Schlaufenreaktor mit oder ohne Membranschlauch-Modul Reaktortechnik), um eine Eliminierung z.B. von langzeitstabilen (persistenten) Inhaltsstoffen bzw. Antibiotika und/oder deren Metaboliten zu erreichen, sowie Spezifizierung von geeigneten Verfahren zur Rückgewinnung von Wertstoffen anhand von Laboruntersuchungen.

Überführung der Einzelergebnisse (Einzelverfahren) in eine kombinierte, vor- /nachgelagerte Verfahrenstechnik für eine Pilotphase an einer Demonstrationsanlage zur umfassenden Eliminierung bzw. Rückhaltung der in der Kooperation spezifizierten ökotoxischen Substanzen/pathogenen Keime sowie Wertstoffrückgewinnung und Erprobung dieser Technik an einem entsprechenden Standort (Biogasanlage im ländlichen Raum).

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Abwasserreinigung durch Rückhaltung der wassergefährdenden Stoffe in dezentralen Anlagen, als auch eine
- » Wertstoffrückgewinnung, durch Abtrennung der Nährstoffe zum Recycling in den Kreislauf
- » Konzeption und Bau der Pilotanlagen
- » Analytik im Rahmen der Technologieuntersuchungen

---

##### **Teilprojekt 2: Vergleichende Analyse von Stoffbilanzen und –umsetzungen**

**Ansprechpartner:** **Univ.-Prof. Dr. Gerd Hamscher**, Institut für Lebensmittelchemie und Lebensmittelbiotechnologie, Heinrich-Buff-Ring 58, 35392 Gießen, E-Mail: Gerd.Hamscher@lcb.chemie.uni-giessen.de

**Ziel:** Eine chemisch-analytische Evaluierung des Verbleibs von organischen und metall-organischen Veterinärpharmaka wird durch eine Quantifizierung der in bestehenden Gülleverwertungsprozessen und den in Teilprojekt 1 entwickelten und optimierten Verfahren durchgeführt. Eine Bilanzierung der Stoffströme und Eliminierungsraten wird Daten für die numerischen Modellierungen in Teilprojekt 4 liefern. Neben der quantitativen Analyse erfolgt auch eine qualitative und ökotoxikologische Analyse von Metaboliten, Boden(Gülle)- und Grundwasserproben zur Umweltbewertung. Zudem wird eine Beobachtung der Antibiotika sowie eine Identifizierung und Beobachtung ihrer Degradierungsprodukte über HR-LC-MS nach der Gülle-Behandlung, in der Bodenpassage und im Wasser stattfinden.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Analytik von Veterinärpharmaka unter besonderer Berücksichtigung der Sulfonamide und Tetracycline
- » Aufbau und Methodentransfer der Metabolitanalytik
- » Entwicklung eines Schnelltests zur Erfassung der Hemmung der Biogasproduktion durch Antibiotika und Desinfektionsmittel
- » Öko- und genotoxikologische Untersuchungen von Boden(Gülle)- und Grundwasserproben

---

##### **Teilprojekt 3: Evaluation von Antibiotikaresistenzen und Biodiversitäten in der Agrarabfallverwertung IHU/IAM**

**Ansprechpartner:** **Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Dott**, Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universitätsklinikum Aachen, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen, E-Mail: wolfgang.dott@post.rwth-aachen.de

**Ziel:** Die mikrobielle Diversität soll mit mikro- und molekularbiologischen Methoden evaluiert, sowie die Ausbreitung von pathogenen Mikroorganismen und Antibiotikaresistenzen durch wässrige Abfälle aus der Tierhaltung im Wasserkreislauf unter Berücksichtigung der natürlichen Barrieren (Boden, Grundwasser, Oberflächenwasser) dokumentiert werden. Analysen der Diversität von potentiell human-pathogenen Mikroorganismen sowie deren Veränderung in Abhängigkeit der untersuchten

Technologien zur besseren Einschätzung von Nutzen und Risiken unterschiedlicher technischer Behandlungsverfahren hinsichtlich des Vorkommens und der Verbreitung Antibiotika-resistenter Mikroorganismen. Zusätzlich ist geplant, Methoden zu entwickeln, mit denen Gülle-, Gärrest- und Bodenproben effektiv und standardisiert auf Antibiotikaresistenzen und Resistenzgene untersucht werden können.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Identifizierung von Schlüsselorganismen
  - » Screening auf Antibiotikaresistenzen
  - » Quantifizierung von Antibiotikaresistenzen
  - » Kultivierungsabhängige und kultivierungsunabhängige Diversitätsuntersuchungen

---

**Teilprojekt 4: Wissensmanagement und Risikoabschätzung**

**Ansprechpartner:** **Univ.-Prof. Dr. Ing. Holger Schüttertrumpf**, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Mies-van-der-Rohe-Str. 1, 52056 Aachen, E-Mail: schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de

**Kurzbeschreibung:** Zentraler Gegenstand des Teilprojekts ist die Analyse, Bewertung und Kommunikation von Risiken für den Wasserkreislauf. Das in den Teilprojekten 1 bis 3 sowie auch innerhalb einzelner Arbeitsschwerpunkte in Teilprojekt 4 angewendete und neu erarbeitete Wissen wird identifiziert, aufbereitet und sowohl projektintern wie -extern vermittelt und damit auch der Transfer in die Fachöffentlichkeit durch eine zielgerichtete Einbindung von relevanten Fachstellen in den Projektverlauf gesichert. Ziel ist das Aufzeigen von Handlungsoptionen und die Ableitung von Handlungsrichtlinien mit der und für die Praxis.

**Ziel:** Entwicklung einer Risikoanalyse und -bewertung aufgrund physikalischer und mathematisch-numerischer, modellbasierter Aussagen für das Grundwasser und der Einschätzung des Übergangs von Schadstoffen in Oberflächengewässer.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Modellierung des Transports zur Analyse und Bewertung von Risiken
  - » Auswahl und Entwicklung eines numerischen Modellansatzes
  - » Experimentelle Lysimeterversuche im Großmaßstab
  - » Numerische Modellierung auf Fokusgebietsebene und Ausgestaltung der Risikomanagementmethodik
  - » Handlungsorientiertes Wissensmanagement und Wissenstransfer
  - » Implementierung der Wissensplattform
  - » Erstellung der Handlungsrichtlinien unter Einbindung aller relevanten Akteure

#### 3.7. Bewertung bislang nicht identifizierter anthropogener Spurenstoffe sowie Handlungsstrategien zum Risikomanagement im aquatischen System (RISK-IDENT)

**Laufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014

**Koordinatoren:** **Dr. Marion Letzel**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Demollstr. 31, 82407 Wielenbach, E-Mail: marion.letzel@lfu.bayern.de

**Dr. Manfred Sengl**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Kaulbachstr. 37, 80539 München, E-Mail: manfred.sengl@lfu.bayern.de

**Ziel:** Im Projekt RISK-IDENT wird im Sinne eines vorsorgenden Umweltschutzes eine Systematik entwickelt und angewandt, mit der neben den schon bekannten auch bisher unbekannte, im Gewässer auftretende anthropogene Spurenstoffe identifiziert werden. Neben der Risikobewertung dieser Spurenstoffe – auch hinsichtlich der Bildung von Metaboliten und der Trinkwasserrelevanz – wird eine neue Methode zur Elimination der Spurenstoffe während der Abwasserreinigung erprobt. Die Ergebnisse werden in Form von Handlungsanweisungen zur Identifizierung und zum Risikomanagement unbekannter Spurenstoffe sowie in einer Datenbank potentieller sowie nachgewiesener anthropogener Spurenstoffe zur Verfügung gestellt. Der maßgeschneiderte Wissenstransfer der erarbeiteten Ergebnisse an die Zielgruppen Kommune, Bürger und Wirtschaft bildet neben der Bewusstseinsbildung zum verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien die Grundlage für Entscheidungen und neue Fortbildungskonzepte.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Weiterentwicklung und Validierung einer analytischen Vorgehensweise zum Nachweis bisher nicht identifizierter organischer Spurenstoffe in Abwasser, Oberflächenwasser sowie Uferfiltrat mithilfe der LC-MS/MS. Dazu soll eine Datenbank mit entsprechender Funktionalität entwickelt werden („STOFF-IDENT“), die der Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt und im Anschluss vom LfU weiter gepflegt wird.
- » Entwicklung und Anwendung von Bewertungsgrundlagen und -verfahren in den Bereichen Eliminationsverhalten in Kläranlagen, ökotoxikologische Wirkungen sowie Mobilität und Trinkwasserrelevanz am Beispiel ausgewählter neu identifizierter gewässerrelevanter Spurenstoffe und deren Abbauprodukte.
- » Praxisnahe Erprobung eines Verfahrens zur effizienten, aber gleichzeitig energiesparenden Elimination von Spurenstoffen in der Abwasserreinigung. Die Charakterisierung des Verfahrens umfasst neben der Effizienzermittlung auch die Erfassung potentiell ökotoxikologischer Risiken. Das Verfahren soll in einer Pilotphase seine Einsatzfähigkeit an einer realen Anlage nachweisen.
- » Erstellung von Handlungsanweisungen zur Identifizierung und zum Risikomanagement bisher unbekannter Spurenstoffe sowie Wissenstransfer an die Zielgruppen Kommunen, Wirtschaft, Bürger und Fachgremien als Grundlage für anstehende (Investitions-)Entscheidungen.

**Teilprojekt 1: Stoffbewertung und Risikokommunikation**

**Koordinatorin:** **Anne Bayer**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Demollstr. 31, 82407 Wielenbach, E-Mail: anne.bayer@lfu.bayern.de

**Ansprechpartner Ökotoxikologie:** **Willi Kopf**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Demollstr. 31, 82407 Wielenbach, E-Mail: willi.kopf@lfu.bayern.de

**Ansprechpartner Kommunikation:** **Dr. Stefan Glaser**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Demollstr. 31, 82407 Wielenbach, E-Mail: stefan.glaser@lfu.bayern.de

**Ziel:** Das LfU wirkt auf mehreren Ebenen an der Identifizierung, dem Nachweis und der Risikoanalyse gewässerrelevanter anthropogener Spurenstoffe mit. Ein Ziel ist die Schaffung der öffentlich zugänglichen Datenbank zur Identifizierung bisher nicht erkannter Spurenstoffe. Gleichzeitig werden diese Spurenstoffe hinsichtlich Persistenz, Mobilität und Ökotoxizität bewertet. Die Ergebnisse werden zielgruppengerecht aufbereitet und als Grundlage für das Risikomanagement bereitgestellt.

**Arbeitsschwerpunkte:** Das LfU

- » koordiniert das Gesamtprojekt und erfasst u. a. die REACH-Registrierungsdaten für die Datenbank;
- » testet das Verhalten von relevanten Spurenstoffen und ihrer Abbauprodukte während der weitergehenden Abwasserreinigung in Laborkläranlagen und im Feld;
- » ermittelt die Mobilität ausgewählter Stoffe mit Bodensäulen und im Feld;
- » ergänzt fehlende ökotoxikologische Wirkdaten;
- » führt die versuchsbegleitende Target-Analytik durch;
- » organisiert den Wissenstransfer an die Zielgruppen Kommunen, Bürger und Wirtschaft auf der Basis bestehender Internetangebote.

**Teilprojekt 2: Datenbank gewässerrelevanter Stoffe**

**Koordinator:** **Prof. Dr. Frank Leßke**, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fakultät Biotechnologie und Bioinformatik, 85350 Freising, E-Mail: frank.leske@hswt.de

**Ziel:** Aufbau, Konzeption und Programmierung der Datenbank potentiell gewässerrelevanter Stoffe („STOFF-IDENT“). Bei der Implementierung sollen weiterführende Funktionalitäten zur Verknüpfung mit anderen stoffbezogenen Datenbanken mit berücksichtigt werden.

**Arbeitsschwerpunkte:** Die HSWT

- » analysiert, entwirft und implementiert eine Stoffdatenbank unter Berücksichtigung von notwendigen Schnittstellen zu anderen Datenbanken;
- » testet die Datenbank und befüllt diese mit Daten bisher unter REACH registrierter Stoffe;
- » schaltet die Datenbank für die Projektmitglieder zur Durchführung einer über das Internet zugänglichen Beta-Testphase intern frei;
- » optimiert die Datenbank aufgrund der Erfahrungen in der Testphase;
- » erweitert die Datenbank um bekannte gewässerrelevante Stoffe und deren analytischen Kenndaten, sowie um weitere analytische Softwarefunktionen;
- » stellt die Datenbank für ausgewählte Benutzer zur Verfügung;
- » bereitet den Dauerbetrieb als öffentlich zugängliche Datenbank vor.

#### **Teilprojekt 3: Identifizierung und Quantifizierung von Spurenstoffen und deren Abbauprodukte**

**Koordinatoren:** **Dr. Walter Weber**, Zweckverband Landeswasserversorgung (LW), Betriebs- und Forschungslaboratorium, Am Spitzigen Berg 1, 89129 Langenau, E-Mail: weber.w@lw-online.de

**Dr. Wolfgang Schulz**, Zweckverband Landeswasserversorgung (LW), Betriebs- und Forschungslaboratorium, Am Spitzigen Berg 1, 89129 Langenau, E-Mail: schulz.w@lw-online.de

**Ziel:** Es soll eine Datenbank zur Unterstützung der Identifizierung organischer Spurenstoffe konzipiert, aufgebaut und im Rahmen der Non-Target-Analytik mittels Flüssigkeitschromatographie und hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) angewendet werden. Diese soll die Identifizierung von Spurenstoffen und deren Abbauprodukte in unterschiedlichen Wasserproben unterstützen. Es ist eine sinnvolle Einbindung der zu entwickelnden Datenbank „STOFF-IDENT“ in den gesamten Förderschwerpunkt gewährleistet.

**Arbeitsschwerpunkte:** Die LW

- » trägt zum konzeptionellen Aufbau der Datenbank unter Einbezug der analytischen Informationen zur Unterstützung der Identifizierung bei;
- » unterstützt beim Befüllen der Datenbank mit analytischen Daten;
- » identifiziert unbekannte Abbauprodukte in Kläranlagenabläufen, Oberflächengewässern und Uferfiltraten mittels HPLC-HRMS;
- » unterstützt die anderen Teilprojekte durch Messung projektspezifischer Proben mittels LC-HRMS und deren Auswertung.

---

#### **Teilprojekt 4: Non-Target-Screening, Analytik**

**Koordinator:** **PD Dr. Thomas Letzel**, Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Chemisch-technische Analyse und Chemische Lebensmitteltechnologie, Weihenstephaner Steig 23, 85354 Freising, E-Mail: t.letzel@wzw.tum.de

**Ziel:** Im Rahmen eines „Non-Target-Screenings“ sollen bislang im LC-MS/MS nicht zuordenbare Signale mit der Datenbank „STOFF-IDENT“ abgeglichen und mit Hilfe eines komplementären LCxLC-ToF-MS System identifiziert werden. Der erhaltene „molekularer Fingerabdruck“ wird mit statistischen Verfahren, wie z.B. der Hauptkomponentenanalyse oder dem Clustering, aufbereitet.

**Arbeitsschwerpunkte:** Die TUM

- » etabliert die LCxLC-ToF-MS Analytik zur robusten Bestimmung von molekularen Fingerabdrücken und wendet diese Methode auf sämtliche Wasserproben an;
- » ermittelt und etabliert Retentionszeitkoeffizienten mittels HILIC und RP-LC zur universellen Nutzung der physikalischen Größe Hydrophobizität;
- » etabliert ein Qualitätssicherungssystem für die Datenanalyse;
- » interpretiert die Datensätze unter Einbezug der abgeschätzten Retentionszeit, ermittelt die Summenformeln und führt einen Datenbank- und Strukturabgleich durch;
- » erstellt statistische Konzepte zur Beurteilung der teilweise komplexen Proben.

---

#### **Teilprojekt 5: Elimination von Spurenstoffen in der Abwasserreinigung**

**Koordinatoren:** **Dr. Barbara Behrendt-Fryda**, CONDIAS GmbH, Fraunhofer Straße 1b, 25524 Itzehoe, E-Mail: behrendt@condias.de

**Dr. Matthias Fryda**, CONDIAS GmbH, Fraunhofer Straße 1b, 25524 Itzehoe, E-Mail: fryda@condias.de

**Ziel:** Praxisnahe Erprobung eines Verfahrens zur effizienten, aber gleichzeitig energiesparenden Elimination von Spurenstoffen in der Abwasserreinigung. Die Charakterisierung des Verfahrens umfasst neben der Effizienzermittlung auch die Erfassung potenziell ökotoxikologischer Risiken. Das Verfahren soll zur Marktreife entwickelt und kommerziell angeboten werden.

**Arbeitsschwerpunkte:** CONDIAS

- » optimiert Diamantelektroden hinsichtlich Einsatzbarkeit und Abbaueffizienz von anthropogenen Spurenstoffen in der Abwasseraufbereitung;
- » untersucht und validiert das Abbauverhalten und die Effizienz des elektro-chemischen Verfahrens an ausgewählten Spurenstoffen;
- » entwickelt und optimiert Pilotsysteme für Vergleichsuntersuchungen in Kläranlagen.

#### **3.8. Innovative Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens (SAUBER+)**

- Laufzeit:** 01.12.2011 – 30.11.2014
- Koordinator:** **Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp**, ISA – Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen), Mies-van-der-Rohe-Straße 1, 52074 Aachen, E-Mail: isa@isa.rwth-aachen.de
- Kurzbeschreibung:** Im Verbundprojekt SAUBER+ erfolgt eine umfassende Risikocharakterisierung und -bewertung für Mensch und Umwelt und darauf aufbauend ein Risikomanagement für den Eintrag von Schadstoffen und Krankheitserregern aus Pflegeeinrichtungen, Seniorenresidenzen, Hospizen, Ärzthäusern und Kliniken in den Wasserkreislauf. Im Gegensatz zu Emissionen aus Krankenhäusern ist die Relevanz von Einträgen pharmazeutischer Wirkstoffe und Krankheitserregern aus den übrigen Einrichtungen des Gesundheitswesens bis heute unzureichend untersucht. Insbesondere die demografische Entwicklung und die erhöhte Lebenserwartung – die häufig mit der verstärkten Einnahme von Medikamenten verbunden ist – unterstreichen die Bedeutung dieses Themas.
- Ziel:** Ein wichtiges Ziel dieses Projektes ist daher die Charakterisierung des Risikos durch den Eintrag von pharmazeutischen Wirkstoffen und Krankheitserregern aus unterschiedlichen Einrichtungen des Gesundheitswesens in die aquatische Umwelt. Die Prüfung und Weiterentwicklung von Technologien und Betriebsstrategien zur Behandlung verschiedener Abwasserströme zielt auf eine umfassende Evaluation sowie die Erleichterung der praktischen Umsetzung ab. Darüber hinaus soll eine Stärkung des Risikobewusstseins in der Gesellschaft und die Initiierung zielgerichteter Verhaltensänderungen erreicht werden.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Identifizierung aller maßgeblichen Punktquellen und Bewertung auf der Basis von stofflichen und einrichtungsspezifischen Belastungsdaten.
  - » Behandlung der Abwässer mittels eines breiten Spektrums aktuell diskutierter und prinzipiell bewährter Technologien: Membranbioreaktor, Ozonierung, UV-Bestrahlung, Aktivkohleadsorption. Dabei erfolgt eine innovative Weiterentwicklung der verwendeten Techniken für eine bestmögliche Anwendung.
  - » Vermittlung zentraler Projektergebnisse an die Nutzer der untersuchten Gesundheitseinrichtungen. Die Inhalte und Formate werden unter Einbindung der Adressaten bzw. ihrer Vertreter erstellt und an ihre besonderen Lebensumstände, wie z.B. Grad der Fremdbetreuung, angepasst.
  - » Entwicklung von einrichtungs-, einzugsgebiets- und zielgruppenspezifischer Maßnahmen zur Vermeidung des Eintrags von pharmazeutischen Wirkstoffen und Krankheitserregern in die aquatische Umwelt anhand konkreter Anwendungsfälle. Darauf aufbauend werden allgemein gültige Empfehlungen für Konzepte und Technologien für die separate Behandlung von Abwasser aus Einrichtungen des Gesundheitswesens formuliert.

## Teilprojekte

<b>Teilprojekt:</b>	<b>Erfassung und Bewertung einrichtungsspezifischer stofflicher Belastungen</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Prof. Dr. Klaus Kümmerer</b> , INUC - Institut für Nachhaltige Chemie und Umweltchemie, Leuphana Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, E-Mail: klaus.kuemmerer@uni.leuphana.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Die gezielte und effiziente Behandlung von Abwässern aus dem Gesundheitswesen benötigt Kenntnisse über die Inhaltsstoffe. Zur Verfahrensbewertung werden die Umwelt- und Wirkeigenschaften von möglicherweise gebildeten stabilen Abbauprodukten erarbeitet.
<b>Ziel:</b>	Es soll Wissen erlangt werden über den Eintrag von Wirkstoffen ins Abwasser in verschiedenen bisher nicht untersuchten Typen von Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie deren Verbleib bei der Behandlung von Abwasser(teil)strömen.
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Detaillierte Bestandsaufnahme des Verbrauchs und Eintrags von Arzneimittelwirkstoffen ins Abwasser; Berechnung der zu erwartenden Abwasserkonzentration und in ausgewählten Fällen deren analytische Überprüfung.</li> <li>» Korrelation des Antibiotikaverbrauchs mit der in den Einrichtungen und im Abwasser vorgefundenen Resistenzsituation.</li> <li>» Experimentelle Prüfung der Toxizität der gesamten Abläufe aus den Behandlungsverfahren.</li> <li>» Identifizierung von in den verschiedenen Behandlungsverfahren gebildeten Transformationsprodukten und deren Bewertung mittels Computer basierten Methoden.</li> <li>» Bewertung der einzelnen Behandlungsverfahren hinsichtlich möglicher Risiken durch ggf. gebildete Transformationsprodukte.</li> </ul>

---

<b>Teilprojekt:</b>	<b>Mikrobiologische Belastungen mit Antibiotikaresistenzen</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Prof. Dr. med. Daniel Jonas</b> , IUK – Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg, Breisacherstr. 115b, 79106 Freiburg, E-Mail: daniel.jonas@uniklinik-freiburg.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Der Eintrag von Antibiotika-resistenten Bakterien in den Wasserkreislauf durch andere Einrichtungen im Gesundheitswesen als durch Krankenhäuser ist weitgehend unbekannt. In einem ersten Schritt zu einer Risikoabschätzung für eine Gewässerbelastung sollen Messungen an verschiedenen Abwasserströmen und nach verschiedenen Aufbereitungstechnologien erfolgen.
<b>Ziel:</b>	Entsprechend den stofflichen Bilanzierungen von Antibiotika in der Modelleinrichtung werden Abwässer auf ausgewählte Antibiotika-resistente Bakterien und Antibiotika-Resistenzgene untersucht und molekularbiologisch in Abwasser-Matrices nachgewiesen. Mit den entwickelten molekular- und mikrobiologischen Techniken werden auch die Wirkungen verschiedener Wasseraufbereitungstechnologien auf Veränderungen der mikrobiellen Belastung gemessen.
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Mikrobiologisch-kultureller Nachweis von Antibiotika-resistenten Bakterien in Abwässern.</li> <li>» Molekularbiologisch kulturunabhängiger Nachweis von Antibiotika-Resistenzen in Abwasser-Matrices.</li> <li>» Molekular- und mikrobiologische Messung des Effekts verschiedener Technologien zur Abwasseraufbereitung.</li> </ul>

---

<b>Teilprojekt:</b>	<b>Erfassung von Arzneimittelverbrauch, Bilanzierung, Beurteilung der Resistenzsituation</b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Dipl.-Ing. Markus Herrel</b> , Ortenau Klinikum Offenburg-Gengenbach, Ebertplatz 12, 77654 Offenburg, E-Mail: markus.herrel@og.ortenau-klinikum.de
<b>Kurzbeschreibung:</b>	Das Ortenau Klinikum – ein Verbund von neun Krankenhäusern und einem Pflegeheim – wird Standort für umfassende Untersuchungen zum Verbrauch von Arzneimitteln, ihrer Konzentration im Abwasser und deren Elimination und Vermeidung sein.

**Ziel:** Die Ergebnisse sollen zeigen, wie durch organisatorische Maßnahmen und praxistaugliche und bezahlbare technische Ansätze der Schadstoffeintrag von Medikamenten über das Abwasser reduziert werden kann.

Ferner soll das Teilprojekt Aufschluss über die Resistenzsituation im Hinblick auf multiresistente Erreger geben.

**Arbeitsschwerpunkte:** » Quantitative und qualitative Erfassung des Arzneimittelverbrauches sowie Bilanzierung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Nachhaltige Chemie und Umweltchemie. Darauf aufbauend Identifikation geeigneter Probenahmestellen für die Analytik.

» Nutzung der entnommenen Proben, um die Resistenzsituation im Hinblick auf multiresistente Erreger zu erfassen und zu bewerten (in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene).

» Soweit möglich, Umsetzung der im Projekt gewonnenen Ergebnisse in der Klinik. Die Ergebnisse werden intern über die Mitarbeiterzeitschrift, Ausbildungsinhalte, Intranet und im Rahmen von Mitarbeiterschulungen kommuniziert.

---

**Teilprojekt:** **Entwicklung stoffstromspezifischer Behandlungsverfahren und Aufstellung technologischer Konzepte**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp**, ISA - Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen), Mies-van-der-Rohe-Straße 1, 52074 Aachen, E-Mail: isa@isa.rwth-aachen.de

**Kurzbeschreibung:** Die Anwendung von Verfahren zur Behandlung von Abwässern aus dem Gesundheitswesen bietet ein großes Optimierungspotential. Basierend auf einer Bestandsaufnahme wird in diesem Teilprojekt eine Bewertung und (Weiter-) Entwicklung von Technologien und Strategien zur Behandlung von Abwasserströmen unterschiedlicher Einrichtungen des Gesundheitswesens im Pilotmaßstab vorgenommen.

**Ziel:** Durch die umfangreiche Untersuchung der Technologien sowie die Entwicklung von Betriebsstrategien sollen eine umfassende Evaluation der verschiedenen technologischen Lösungen sowie Hilfen bei der praktischen Umsetzung erarbeitet werden.

**Arbeitsschwerpunkte:** » Detaillierte Bestandsaufnahme zu Stoffstrombilanzierung, der Gebäudeinfrastruktur sowie den wasserwirtschaftlichen Randbedingungen in einer Beispielregion

» Behandlung relevanter Abwasserströme mittels eines Membranbioreaktors, der Ozonierung, der Bestrahlung mit UV-Licht sowie der Adsorption an Aktivkohle. Die Verfahren werden kombiniert, optimiert und vergleichend untersucht.

» Entwicklung von dezentralen und zentralen Modellen zum Betrieb entsprechender Behandlungsanlagen und Kostenermittlung

---

**Teilprojekt:** **Bereitstellung einer Pilotanlage zur biologischen Behandlung der spurenstoffbelasteten Abwässer in einem Membranbioreaktor**

**Ansprechpartner:** **Dr.-Ing. Christoph Thiemig**, Microdyn-Nadir GmbH, Rheingaustraße 190-196, 65203 Wiesbaden, E-Mail: c.thiemig@microdyn-nadir.de

**Kurzbeschreibung:** In diesem Teilprojekt wird eine Pilotanlage nach dem Membranbelebungsverfahren, mit der die zu untersuchenden Abwässer biologisch behandelt werden können, entworfen und gebaut. Zudem wird der Betrieb der Anlage vor Ort durch fachkundiges Personal unterstützt. Im Membranbioreaktor kommt eine getauchte Ultrafiltrations-Flachmembran aus Polyethersulfon zum Einsatz, die durch ihre Porengrößen im Bereich von 0,04 µm einen vollständigen Rückhalt aller Feststoffe und Bakterien sicherstellt. Damit steht eine Ablaufqualität zur Verfügung, die sich hervorragend für nachfolgende Behandlungsschritte (Bestrahlung mit UV-Licht, Adsorption an Aktivkohle, Oxidation mit Ozon) eignet.

**Ziel:** Bereitstellung einer biologischen Abwasseraufbereitung, deren Ablaufqualität geeignet ist zur weiteren Behandlung des Abwassers mit den vorgesehenen Verfahrenstechniken der Projektpartner.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Planung und Bau der Pilotanlage
  - » Inbetriebnahme der Pilotanlage auf dem Versuchsfeld des Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen
  - » Technische Unterstützung während Umstellungen des Anlagenbetriebs und bei Wartungsarbeiten

**Teilprojekt:** **Entwicklung eines Technologie- und Anlagenkonzeptes zur Reduzierung biologisch/chemischer Belastungen in Problemabwässern auf der Basis der UV-unterstützten Nassoxidation mit positiver Bestrahlungsgeometrie**

**Ansprechpartner:** **Dr. Andreas Meyer**, UMEX GmbH Dresden, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden, E-Mail: ame@umex.de

**Kurzbeschreibung:** Im Rahmen der Bearbeitung des Teilvorhabens werden die grundsätzliche Eignung der UV-unterstützten Nassoxidation zur Behandlung von Abwässern aus Einrichtungen des Gesundheitswesens untersucht und neue innovative Aspekte eingeführt.

**Ziel:** Das Ziel des Teilprojektes ist die Entwicklung und Umsetzung eines Technologie- und Anlagenkonzeptes zur kontinuierlichen Behandlung von Teilströmen aus mit Problemstoffen belasteten Krankenhausabwässern mittels kurzweiliger UV-Strahlung. Dabei werden pathogene Keime und pharmazeutische Wirkstoffe simultan umgesetzt bzw. inaktiviert.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Erarbeitung und Realisierung eines Konzeptes für eine Versuchsanlage zur UV-Behandlung von Abwasserteilströmen
  - » Durchführung von Versuchen mit Modellwässern und realen Abwasserproben
  - » Bewertung der Ergebnisse und Ableitung von Erkenntnissen für eine Optimierung der UV-Bestrahlungsanlage

**Teilprojekt:** **Untersuchung von Aktivkohlen im Makroporenbereich zur Charakterisierung der Abscheideleistung pharmazeutischer Abwasserverunreinigungen**

**Ansprechpartner:** **Dr.-Ing. Wolfgang Esser-Schmittmann**, Carbon Service & Consulting GmbH&Co.KG, Im Hasenfeld 12, 52391 Vettweiß, E-Mail: esser-schmittmann@carbon-service.de

**Kurzbeschreibung:** Die Abscheidung von Mikroschadstoffen aus vorgereinigten Abwässern von Pflegeeinrichtungen durch Adsorption erweist sich nach verschiedenen vorlaufenden Untersuchungen als vielversprechender Lösungsansatz. Jedoch hat sich gezeigt, dass die heutigen Auswahlkriterien für Aktivkohlen auf Kennzahlen der Gasadsorption basieren, welche nicht mit den vorgefundenen Abscheideleistungen bei der Abwasseraufbereitung korrelieren.

**Ziel:** Erarbeitung und Entwicklung von Kenngrößen für Aktivkohlen durch die Porenstruktur im Makroporenbereich charakterisierende Kennzahlen als Auswahlkriterium für großtechnische Anwendungen.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Untersuchung möglichst unterschiedlicher Aktivkohlen in der bisher nicht betrachteten Makroporenstruktur. Die Ergebnisse werden mit den in der Pilotanlage ermittelten Abscheideleistungen für pharmazeutische Wirkstoffe korreliert.
  - » Schaffung von zukünftigen Grundlagen der Sorbensauswahl als Basis einer gesamtökologischen wie -ökonomischen Auswahlmatrix.

**Teilprojekt: Entwicklung von Betrieb- und Finanzierungsansätzen für die dezentralen Behandlungsanlagen**

**Ansprechpartner:** **Dr.-Ing. Issa Nafo**, Emschergenossenschaft / Lippeverband (EG/LV), Kronprinzenstraße 24, 45128 Essen, E-Mail: nafo.Issa-Ibrahim@eglv.de

**Kurzbeschreibung:** Im Rahmen der Strategie- und Maßnahmenentwicklung bringen EG/LV ihre Erfahrungen bei der Identifizierung relevanter Abwasser(teil-)ströme der Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie bei der Dimensionierung, Optimierung und dem Betrieb der weitergehenden Abwasserbehandlungstechnologien ein. Ferner werden Modelle zur Organisation von Betrieb und Finanzierung entsprechender Behandlungsanlagen aufgezeigt und bewertet.

**Ziel:** Durch die kritische Bewertung der entwickelten fallspezifischen Lösungen hinsichtlich der Belange des alltäglichen Betriebs sollen Grundlagen für die Absicherung der Praxistauglichkeit dieser Lösungen geschaffen werden. Ferner werden Empfehlungen für die Organisation von Betrieb und Finanzierung der entwickelten dezentralen Anlagen erarbeitet.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Mitwirkung beim Design und bei der Dimensionierung der Behandlungsanlage für verschiedene Abwässer aus Einrichtungen des Gesundheitswesens.
- » Darstellung der betrieblichen Randbedingungen dezentraler Anlagen.
- » Bewertung von Modellen zur ganzheitlichen Betrachtung der Organisation, Finanzierung und Betrieb von dezentralen Anlagen.

---

**Teilprojekt: Stakeholder-Analysen und Ableitung von wirksamen Handlungsstrategien**

**Ansprechpartner:** **Dr. Engelbert Schramm**, ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt am Main, E-Mail: schramm@isoe.de

**Kurzbeschreibung:** Erst die Berücksichtigung der Erfahrungen von Anwendern und ihren Wünschen und Anforderungen erlaubt eine transdisziplinäre Entwicklung von Handlungsstrategien. Daher führt das Teilvorhaben sechs Dialogrunden mit Stakeholdern durch, um mit ihrer Hilfe für das Gesamtvorhaben effektive Handlungsstrategien zu entwickeln.

**Ziel:** Ziele der Arbeiten dieses Teilprojektes sind die partizipative Entwicklung von Handlungsstrategien zur Risikoreduktion und die transdisziplinäre Optimierung der Projektergebnisse durch kontinuierliche Einbindung relevanter Anspruchsgruppen.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erarbeitung von Szenarien künftiger Risikosituationen aufbauend auf Workshops mit repräsentativen Stakeholdern. Dabei werden Veränderungen in den Rahmenbedingungen wie Demographie, Arzneimittelmarkt, soziokulturelle Wahrnehmungen, einrichtungsspezifische und technologische Entwicklungen sowie veränderte Rechtssetzungen einbezogen.
- » Nutzung dieser Szenarien, um mit Hilfe eines Bayesschen Netzwerkes unterschiedliche, den Systemzusammenhang umfassende Handlungsstrategien für die verschiedenen Abfall-/Abwasserströme zu identifizieren. Eine integrative Bewertung der Strategien und ihrer Folgen findet mittels einer multikriteriellen Analyse statt.
- » Durchführung einer Stakeholder-Analyse auf der Grundlage eines Monitorings.

---

**Teilprojekt: Anwendung eines Konzepts inklusiver Risk Governance auf die untersuchte Risikoproblematik und Entwicklung von Maßnahmen der Risikokommunikation**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. rer. pol. Dr. h.c. Ortwin Renn**, DIALOGIK – gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH, Lerchenstr. 22, 70176 Stuttgart, E-Mail: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de

**Kurzbeschreibung:** Das interdisziplinär angelegte Risk Governance Modell des International Risk Governance Council (IRGC) wird im Sinne einer partizipationsgestützten Risikobewertung auf die untersuchte Risikoproblematik angewendet. Es werden außerdem Instrumente einer zielgruppenspezifischen Risikokommunikation entwickelt, die dazu geeignet sind, Risikobewusstsein herauszubilden und Verhaltensanpassungen zu initiieren.

---

- Ziel:** Sowohl die partizipatorische Risikobewertung, die das Wissen von Praxisakteuren und weiterer relevanter Gruppen in die Risikoanalyse integriert, als auch die Risikokommunikationsmaßnahmen sollen als Grundlage für ein effektives und sozial anerkanntes Risikomanagement dienen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Partizipative Risikocharakterisierung und -bewertung (mit Hilfe von Wertbaumanalyse und Gruppen-Delphi).
  - » Analyse der rechtlichen Umsetzungsfähigkeit möglicher Risikoreduktionsstrategien (u.a. über einen Experten-Workshop).
  - » Feedbackgestützte (über Fokusgruppen) Entwicklung informations- und dialogbasierter Kommunikationsmaßnahmen.

**Teilprojekt:                    **Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen****

**Ansprechpartner:**        **Prof. Dr. Gerd Michelsen**, INFU – Institut für Umweltkommunikation, Leuphana Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, E-Mail: michelsen@uni.leuphana.de

**PD Dr. phil. Maik Adomßent**, INFU – Institut für Umweltkommunikation, Leuphana Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, E-Mail: adomssent@uni.leuphana.de

**Dr. Simon Burandt**, INFU – Institut für Umweltkommunikation, Leuphana Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335 Lüneburg, E-Mail: burandt@uni.leuphana.de

**Kurzbeschreibung:** Das Wissen, die Arbeits- und Verhaltensroutinen von Ärzten, technischem und pflegendem Personal stellen wichtige Einflussfaktoren für die Belastung der Abwässer von Einrichtungen des Gesundheitswesens dar. Daher muss die Risikoverminderung im (umwelt-)technischen Bereich durch zielgruppenspezifische Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen ergänzt werden, die u.a. die Routinen unterschiedlicher Akteure ansprechen.

**Ziel:** Es wird eine Stärkung des Wissens- und Risikobewusstseins des Personals durch eine zielgruppen-gerechte Aufbereitung zentraler Projekterkenntnisse angestrebt, um Akzeptanz für neue technische Maßnahmen zu schaffen und eine Verringerung der Emissionen durch Verhaltensveränderungen zu erreichen. Das Personal soll durch seine wichtige Multiplikatorenfunktion dazu beitragen, das neu Erlernte weiterzuverbreiten.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Empirische Anfangserhebung zu vorhandenem Vorwissen und Verhaltensgewohnheiten von Ärzten, technischem und pflegendem Personal
- » Identifikation von Ansatzpunkten, sowie Aufbereitung von Projekterkenntnissen zur Entwicklung zielgruppenspezifischer formaler und informeller Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen
- » Implementation und Evaluation der Maßnahmen

#### **3.9. Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen zur weiteren Verbesserung der Gewässerqualität des Bodensee-Zuflusses Schussen (SchussenAktivplus)**

**Laufzeit:** 01.01. 2012 – 31.12. 2014

**Koordination:** **Prof. Dr. Rita Tribskorn**, Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen, E-Mail: rita.triebskorn@gmx.de

**Kurzbeschreibung:** Das Projekt hat exemplarischen Charakter und wird an der Schussen im Bodensee-Einzugsgebiet durchgeführt. Es werden Lösungswege zur Reduktion von Einträgen für Kläranlagen (KA) und Regenüberlaufbecken (RÜB) unterschiedlicher Größe an fünf Versuchsanlagen betrachtet. Der Erfolg der durchgeführten Maßnahmen wird durch komplementär ausgerichtete wissenschaftliche Untersuchungen überprüft.

**Ziel:** Ziel des Projektes ist es, ein auf wissenschaftlicher Erkenntnis basierendes Konzept für einen integrierten Ansatz in der Abwasser- und Regenwasserbehandlung in Flusseinzugsgebieten zu erstellen, welches zur Eintragsminderung von Mikroverunreinigungen und hygienisch relevanten Keimen (incl. Antibiotika-resistenter Keime) über Kläranlagen und Regenentlastungen führt. Der integrative Ansatz aus chemisch-analytischer und mikrobiologischer Expositionscharakterisierung, Potentialdiagnostik und Effektanalytik auf unterschiedlichen toxikologisch und ökologisch relevanten Ebenen hat zum Ziel, ein Gesamtbild für den Erfolg der durchgeführten Maßnahmen zu erstellen und handlungsorientierte Informationen für andere Anwendungsfälle zu liefern. Hierbei soll der Fokus sowohl auf die Effizienz der Testsysteme als auch auf die Optimierung der Prüfsystemkaskade gerichtet sein.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Einträge vor und nach erfolgter Maßnahme werden chemisch analytisch (Spurenstoffe) und mikrobiologisch (hygienisch relevante, darunter auch potenziell krankheitserregende Keime) charakterisiert.
- » Parallel wird eine Abschätzung der möglichen Reduktion ihrer potenziell und real schädigenden Wirkung durch die Bestimmung toxischer und endokriner Potentiale und Effekte mit etablierten in vitro- und in vivo Testsystemen.
- » Durch zeitgleich durchgeführte Studien zu tatsächlich im Ökosystem nachweisbaren Auswirkungen der Eintragsminderung auf die Lebewelt der Schussen (Fische, Fischnährtiere) können Bezüge zur ökologischen Relevanz der vorgeschlagenen Maßnahmen hergestellt werden.
- » Projektbegleitend erfolgt Öffentlichkeitsarbeit sowie die Kommunikation und Dissemination der erzielten Ergebnisse.

## Teilprojekte

### Teilprojekt 1: Koordination, toxische und endokrine Potentiale und Wirkungen

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Rita Triebskorn**, Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen, E-Mail: rita.triebaskorn@gmx.de

**Prof. Dr. Heinz-R. Köhler**, Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen, E-Mail: heinz-r.koehler@uni-tuebingen.de

**Kurzbeschreibung:** Die Aufgaben bestehen im Management, in der Koordination und im Controlling des gesamten Projektverbundes, in der Planung, Koordination und Logistik aller Probenahmen incl. Verteilung der Proben, in der kontrollierten Exposition von Fischen an zwei Bypass-Stationen sowie in der Durchführung und Interpretation wissenschaftlicher Untersuchungen zur Physikochemie und Limnochemie der untersuchten Gewässerabschnitte an Schussen und Argen, zu toxischen und endokrinen Potentialen von Oberflächenwasser, anthropogenen wässrigen Einleitungen und Sediment, zum Gesundheitszustand exponierter Fische und Fischnährtiere, zu endokrinen und entwicklungsbiologischen Effekten bei exponierten Fischen und zur Integrität von Invertebratenzönosen in den betrachteten Gewässern. Des Weiteren beteiligt sich die Universität Tübingen in Kooperation mit weiteren Partnern des Verbundes an der Kommunikation der Ergebnisse des gesamten Projektverbundes und an der Öffentlichkeitsarbeit.

**Ziel:** Ziel des Managements und der Koordination ist eine strukturierte Durchführung des Gesamtprojektes, in dem nach gemeinschaftlich abgesprochenen Forschungsplänen durch eine zentral organisierte Logistik z.B. bei der Gewinnung und Verteilung von Umwelt- und Gewebeprobe und ein zentrales Controlling der Arbeiten aller Verbundpartner die Teilziele aller Teilprojekte fristgerecht erreicht werden und in dem die Erkenntnisse des Projektverbundes in überregionale (EU-weite) Gewässermanagementstrategien einfließen. Zur Beantwortung der Frage nach der Effizienz der Verbesserung der weitergehenden Behandlung von Abwasser ist es das Ziel dieses Teilprojektes, Daten zu Potentialen und zur Wirkung auf Organismen für eine umfassende Beurteilung dieser Effizienz beizusteuern und so zu ermitteln, in welchem Maße die Verbesserung der Abwasserbehandlungen zu einer Verbesserung der biologisch-ökologischen Verhältnisse führen. Ein besonderes wissenschaftliches Ziel dieses Teilprojektes besteht des Weiteren in der Beantwortung der Frage nach der Relevanz von schädlichen Potentialen in Umweltproben, wie sie durch anerkannte, jedoch artifizielle Biotests quantifiziert werden, für die tatsächlichen Wirkungen auf Organismen (hier: Fische) in ihrem Habitat.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Intensiver Informationstransfer zwischen den Projektpartnern
- » Durchführung von Probenahmen zu festgelegten Zeitpunkten
- » Charakterisierung der toxischen und endokrinen Potentiale in Umweltproben, Effekte in exponierten Organismen sowie Ermittlung des Gesundheitszustands von Biota mit verschiedenen analytischen Methoden:
  - Limnochemie
  - Embryotests mit Fischen
  - Reporterassays
  - Histopathologie bei Fischen
  - Biochemische Marker: Stressproteine, CyPIA1, AChE, Vitellogenin
  - Integrität von Biozönosen

#### **Teilprojekt 2: Abwassertechnische Umsetzung von Maßnahmen zur weitergehenden Entnahme von Mikroverunreinigungen und Keimen**

**Ansprechpartner:** **Dr. Klaus Jedele**, Dr.-Ing. Jedele und Partner (JuP) GmbH, Industriestraße 2, 70565 Stuttgart, E-Mail: jedele@jupgmbh.de

**Katrin Härterich**, Dr.-Ing. Jedele und Partner GmbH, Industriestraße 2, 70565 Stuttgart, E-Mail: haerterich@jupgmbh.de

**Kurzbeschreibung:** Durch die Kombination verschiedener Technologien soll der Rückhalt und die Entnahme von Mikro-schadstoffen und Keimen in Kläranlagen und Regenwasserbehandlungsanlagen verbessert werden. Die vorhandenen Anlagen werden von der JuP GmbH mit eingerichtet, betreut und der Anlagenbetrieb optimiert, soweit sich dies vor Ort als notwendig erweist.

**Ziel:** Für das Einzugsgebiet der Schussen soll anhand der ermittelten Ergebnisse und Erkenntnisse bilanziert werden, welche Entnahmewirkungen erreichbar wären, wenn die untersuchten Systeme zum Einsatz kämen und welche Investitions- und Betriebskosten dadurch entstehen.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » In einer Kläranlage wird in einer neuen Adsorptionsstufe pulverisierte Aktivkohle vor einer vorhandenen Schnellsandfilteranlage eingesetzt. In einer anderen gekörnte Aktivkohle nach dem vorhandenen Schnellsandfilter.
- » Ozon kommt vor einem Schnell- und einem Langsamsandfilter zur Anwendung.
- » In einer Regenwasserbehandlungsanlage (RÜB) soll durch Lamellenabscheider eine verbesserte Abscheideleistung bei den Feststoffen erreicht werden.
- » An einem anderen Regenüberlaufbecken (RÜB) soll die Leistung des nachgeschalteten Retentionsbodenfilters bezüglich der angegebenen Stoffgruppen untersucht werden.

---

#### **Teilprojekt 4: Nachgeschaltete Abwasserbehandlung (oxidativ und adsorptiv) im Unteren Schussental und Regenwasserbehandlung mit Nachreinigung im Retentionsbodenfilter der Stadt Tettngang**

**Ansprechpartner:** **Markus Spieth**, AV Unteres Schussental, Montfortplatz 7, 88069 Tettngang, E-Mail: markus.spieth@eriskirch.de

**Kurzbeschreibung:**

- a) In der Kläranlage Eriskirch des AV Unteres Schussental wird ein Abwasserteilstrom vor der Schnellsandfiltration mit Ozon versetzt und dessen oxidative Wirkung in Verbindung mit der Filtration beurteilt. Das filtrierte Abwasser wird danach über einen mit granulierter Aktivkohle gefüllten Adsorber (Festbettfilter) geleitet. Damit könnte hinsichtlich der Mikroverunreinigungen und Keime durch die Kombination von Oxidation und Adsorption die höchste Entnahmewirkung erzielt werden.
- b) Werden weitergehende Anforderungen an die Verminderung der Schmutzfrachteinleitungen bei Niederschlagsereignissen aus einem Mischsystem gestellt, wird in den meisten Fällen dem Klärüberlauf ein Retentionsbodenfilter nachgeschaltet. Die Retentionsbodenfilter erfordern relativ große Flächen und können deshalb meist nur im ländlichen Bereich oder in Außenbereichen angeordnet werden. Die Wirkung dieser Filter auf die Mikroverunreinigungen und Keime ist weitgehend unbekannt. Entsprechende Untersuchungen sind an einem Retentionsbodenfilter der Stadt Tettngang möglich.

**Ziel:**

- a) Es wird die Entnahmewirkung hinsichtlich Mikroverunreinigungen und Keimen durch die Kombination von Oxidation, Filtration und Adsorption in der Kläranlage Eriskirch des AV Unteres Schussental ermittelt.
- b) Es wird die Wirkung eines Retentionsbodenfilters auf Mikroverunreinigungen und Bodenkeime am Beispiel der Stadt Tettngang untersucht.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Kläranlage Eriskirch / AV Unteres Schussental
  - oxidative Wirkung von Ozon in Kombination mit der Filtration
  - adsorptive Wirkung von Kornkohle nach Ozonung und Filtration
- » Retentionsbodenfilter / Stadt Tettngang
  - Wirkung eines Retentionsbodenfilters im Ablauf eines Regenüberlaufbeckens (RÜB).

- 
- Teilprojekt 5:** **Nachgeschaltete Abwasserbehandlung adsorptiv / Pulverkohle vor Schnell-sandfilter und Regenwasserbehandlung mit erweitertem Feststoffrückhalt**
- Ansprechpartner:** **Ralph-Michael Jung**, Seestraße 36, 88214 Ravensburg, E-Mail: ralph-michael.jung@ravensburg.de
- Kurzbeschreibung:** a) Die Kläranlage Langwiese des AZV Mariatal verfügt ab Ende 2012 über eine Anlage, in der pulverisierte Aktivkohle nach der biologischen Stufe zugegeben werden kann. Die Wirkung dieser Anlage soll gezielt untersucht und optimiert werden, um eine möglichst hohe Entnahmewirkung sicherzustellen.
- b) Die Wirkung von Regenüberlaufbecken beruht auf der Abscheidung und dem Rückhalt von Feststoffen. Um die Leistungsfähigkeit derartiger Becken zu erhöhen, kann die Absetzfläche durch den Einbau von Lamellen vergrößert werden. Ob dadurch ein Effekt bezüglich der Mikroverunreinigungen und Keime zu verzeichnen ist, kann exemplarisch am RÜB Mariatal der Stadt Ravensburg durch Versuche ermittelt werden.
- Ziel:** a) Es wird die Entnahmewirkung hinsichtlich Mikroverunreinigungen durch den Einsatz pulverisierter Aktivkohle im großtechnischen Maßstab optimiert.
- b) Es wird die Auswirkung einer verbesserten Feststoffabscheidung bei der Regenwasserbehandlung auf die Verminderung von Mikroverunreinigungen ermittelt.
- Arbeitsschwerpunkte:** » Kläranlage Langwiese / AZV Mariatal
- adsorptive Wirkung von Pulverkohle nach der biologischer Reinigung
- » RÜB Mariatal / Stadt Ravensburg
- Verbesserter Feststoffrückhalt bei der Regenwasserbehandlung
- 
- Teilprojekt 6:** **Ozonzugabe vor einem Langsamsandfilter**
- Ansprechpartner:** **Sven Kneipp**, Gemeinde Merklingen, Hauptstraße 31, 89188 Merklingen, E-Mail: sven.kneipp@merklingen.de
- Kurzbeschreibung:** Bei kleinen Kläranlagen im ländlichen Bereich wird der Ablauf der Nachklärung oftmals mit einem Langsamsandfilter weitergehend gereinigt. Um neben dem Feststoffrückhalt auch eine oxidative Wirkung zu erzielen, kann der Zulauf zum Langsamsandfilter mit Ozon versetzt werden. Die Kläranlage Merklingen verfügt über einen derartigen Filter, so dass die oxidative Wirkung des Ozons in Kombination mit dem, insbesondere für kleine Kläranlagen in Frage kommenden, natürlichen Verfahren in dieser Kläranlage exemplarisch untersucht werden kann.
- Ziel:** Es wird die Entnahmewirkung hinsichtlich Mikroverunreinigungen und Keime durch die Kombination von Oxidation und Langsamsandfiltration nach biologischer Reinigung in der Kläranlage der Gemeinde Merklingen ermittelt.
- Arbeitsschwerpunkte:** Oxidative Wirkung von Ozon in Kombination mit der Filtration im Langsamsandfilter bei kleinen Kläranlagen
- 
- Teilprojekt 7:** **Rückhalt, Eintrag und Verbleib von Fäkalkeimen**
- Ansprechpartner:** **Dr. Harald Hetzenauer**, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung, Argenweg 50 /1, 88085 Langenargen, E-Mail: harald.hetzenauer@lubw.bwl.de
- Dr. Hans Güde**, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung, Argenweg 50 /1, 88085 Langenargen,
- Dr. Herbert Löffler**, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung, Argenweg 50 /1, 88085 Langenargen,
- Kurzbeschreibung:** Mit dem Teilprojekt werden praxisorientierte Fallbeispiele zur Erfolgsbewertung neuer Technologien der Abwasserreinigung im Hinblick auf die Keimbelastung von Gewässern bereitgestellt. Darüber hinaus trägt es zur Fortschreibung von Gewässerschutz-Konzeptionen im Hinblick auf mikrobielle Belastungen bei.
-

**Ziel:** Ziel des Teilprojektes ist die Erfolgskontrolle für weitergehende Maßnahmen zur Abwasserbehandlung in Bezug auf die Fäkalkeimbelastung (E.coli und intestinale Enterokokken) sowie die Bewertung der Ergebnisse vor dem Hintergrund zusätzlicher Belastungsquellen im Einzugsgebiet.

**Arbeitsschwerpunkte:** » Die Arbeiten umfassen emissionsbezogene Erfolgskontrollen durch Vergleich der Effizienz des Rückhalts von Fäkalkeimen in Kläranlagen, Regenüberlaufbecken (RÜB) und Retentionsbodenfiltern (RBF) vor und nach den Ausbaumaßnahmen sowie immissionsbezogene Untersuchungen der Keimbelastung in Bodenseezuflüssen einschließlich von Flusssedimenten.

» Zusätzlich sollen die Ergebnisse eine Gewichtung des Beitrags der Fäkalkeimbelastung aus dem Siedlungsbereich im Vergleich zu anderen (überwiegend diffusen) Eintragsquellen und eine Bewertung der Auswirkungen möglicher Klimaänderungen auf die Fäkalkeimbelastung ermöglichen.

---

#### **Teilprojekt 8: Chemische Analytik von Wasser-, Sediment- und Fischproben**

**Ansprechpartner:** **Dr. Doreen Richter**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: doreen.richter@tzw.de

**Dr. Frank Sacher**, DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruher Straße 84, 76139 Karlsruhe, E-Mail: sacher@tzw.de.

**Kurzbeschreibung:** In dem Teilprojekt wird mittels modernster Analyseverfahren die chemische Beschaffenheit von Abwasser-, Mischwasser-, Flusswasserproben, Sedimenten und Fischgewebe untersucht.

**Ziel:** Durch die chemisch-analytischen Untersuchungen sollen die direkten Auswirkungen der weitergehenden Abwasserbehandlung auf die Wasserqualität erfasst und Hinweise auf Ursachen und Zusammenhänge bei den biologischen Wirktests gewonnen werden.

**Arbeitsschwerpunkte:** » Es sollen drei Kläranlagen, zwei Regenüberlaufbecken sowie Schussen und Argen in regelmäßigen Zeitabständen chemisch-analytisch untersucht werden. Die umfangreiche Palette der zu analysierenden Mikroverunreinigungen orientiert sich an den vorliegenden Ergebnissen zur Belastung der Schussen.

» Dem Abgleich mit biologischen Testverfahren wird Rechnung getragen, indem hormonell wirksamen Verbindungen und Antibiotikawirkstoffen besondere Bedeutung zugemessen wird. Für die hormonell wirksamen Verbindungen wird die Empfindlichkeit der derzeit angewendeten Analysetechnik weiter erhöht, um die durch biologische Testverfahren festgestellten Wirkungen befriedigend erklären zu können.

---

#### **Teilprojekt 9: Antibiotikaresistenz von pathogenen Keimen**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. J. Winter**, Karlsruher Institut für Technologie, KIT, Institut für Ingenieurbiologie und Biotechnologie des Abwassers, Am Fasanengarten, 76131 Karlsruhe

**PD Dr. C. Gallert**, Karlsruher Institut für Technologie, KIT, Institut für Ingenieurbiologie und Biotechnologie des Abwassers, Am Fasanengarten, 76131 Karlsruhe, E-Mail: claudia.gallert@kit.edu

**Kurzbeschreibung:** In diesem Teilprojekt spielt die Untersuchung der Antibiotika-Resistenz bei humanpathogenen Keimen eine zentrale Rolle. Die Auswahl der untersuchten Antibiotika richtet sich dabei nach der tatsächlichen Resistenzsituation sowie dem Antibiotikaverbrauch. Durch die Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration (MHK) der jeweiligen Antibiotika bei sensitiven Keimen kann die erforderliche Menge an Wirkstoff ermittelt werden, um eine bakterizide oder bakteriostatische Wirkung zu erzielen.

**Ziel:** Ziel dieses Teilprojektes ist die Bestimmung phänotypischer und genotypischer Antibiotikaresistenz sowie von Multiresistenzen gegenüber Humanantibiotika. Zudem soll die Keim-Elimination und damit die Verringerung der Antibiotika-Resistenzausbreitung durch weitergehende oder verbesserte Abwasserreinigungsleistung der jeweiligen Kläranlagen bzw. Anlagenbestandteile im Einzugsgebiet der Schussen untersucht werden.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Mikro- und molekularbiologische Untersuchungen an Umweltisolaten
  - » Isolierung und Identifizierung von Spezies der Gattungen Escherichia, Enterococcus und Staphylococcus
  - » Aufnahme eines Antibigramms
  - » Bestimmung der MHK mittels genormter Verfahren
  - » Die Detektion von Resistenzgenen soll die phänotypische Resistenzausbildung verifizieren bzw. das Risikopotential der Resistenzverbreitung aufzeigen.
  - » Häufigkeit von Antibiotika-resistenten Bakterien soll mit dem Vorkommen von Antibiotika in der Umwelt korreliert werden.

### **Teilprojekt 10: Toxische und endokrine Potentiale und Wirkungen**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Jörg Oehlmann**, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main, E-Mail: oehlmann@bio.uni-frankfurt.de

**Dr. Matthias Oetken**, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main, E-Mail: oetken@bio.uni-frankfurt.de

**Kurzbeschreibung:** Substanzen, die chemisch-analytisch nicht untersucht werden können, sollen integrativ über ihre Wirkungen erfasst werden, so dass mögliche Gefährdungen für die aquatische Lebensgemeinschaft analysiert werden können. Dazu werden geno- und zytotoxische sowie endokrine Potentiale im Zu- und Ablauf der Versuchsanlagen mit Hilfe von In-vitro-Testverfahren erfasst.

**Ziel:** Ziel des Teilprojekts ist die Charakterisierung toxischer und endokriner Effekte an den Versuchsanlagen sowie in Proben aus der Schussen.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Geno- und zytotoxische sowie endokrine Potentiale im Zu- und Ablauf der Versuchsanlagen werden mit Hilfe von In-vitro-Testverfahren erfasst.
  - » Zusätzlich werden an den Versuchsanlagen mit Hilfe eines In-vivo-Tests mit der Zwergdeckelschnecke die Effekte reproduktionstoxischer und östrogenartiger Substanzen abgebildet.
  - » Für die Untersuchungen von Wasser- und Sedimentproben der Schussen werden ebenfalls die In-vitro-Assays und der In-vivo-Test mit der Schnecke verwendet.
  - » Hinzu kommen Tests mit der Wasserlinse und dem Glanzwurm nach OECD-Richtlinien 221 und 225 zur Erfassung toxischer Wirkungen auf Pflanzen und wirbellose Tiere.
  - » Dadurch werden Substanzen, die chemisch-analytisch nicht untersucht werden können, integrativ über ihre Wirkungen erfasst, so dass mögliche Gefährdungen für die aquatische Lebensgemeinschaft analysiert werden können.

### **Teilprojekt 11: Estrogene Potentiale (E-Screen)**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. J.W. Metzger**, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart, Bandtäle 2, 70569 Stuttgart, E-Mail: joerg.metzger@iswa.uni-stuttgart.de

**Dr. Bertram Kuch**, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart, Bandtäle 2, 70569 Stuttgart, E-Mail: bertram.kuch@iswa.uni-stuttgart.de

**Kurzbeschreibung:** Als Proliferationstest mit menschlichen Brustkrebszellen nimmt der E-Screen-Assay in der Hierarchie der im Gesamtprojekt eingesetzten Ursache-Wirkung-Testsysteme eine Mittelstellung ein.

**Ziel:** Eine Zielstellung des Teilprojekts ist die Bestimmung des integrierenden Parameters „Estrogene Gesamtaktivität“ in Proben ausgewählter Oberflächengewässer (Schussen, Argen), in Abwasser und Sedimenten mit der Vorgabe, den zentralen Datensatz des Gesamtprojektes zu ergänzen und zu erweitern. Mit der niedrigen Bestimmungsgrenze von < 0,1 ng/L 17 $\beta$ -Estradiol-Konzentrationsäquivalenten können mit dem E-Screen-Assay umweltrelevante Konzentrationsbereiche erfasst werden.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Erfassung der Belastungssituation von Oberflächengewässern und die Charakterisierung von Eintragsquellen.
  - » Bestimmung von wassergelösten und partikelgebundenen Anteilen der Aktivität, die Rückschlüsse auf die Eintragsart der aktiven Substanzen und die Effizienz von Eliminationsstrategien sowohl auf Basis einfacher partikelabtrennender Maßnahmen als auch weitergehender Abwasserreinigungstechnologien erlaubt.
  - » Zuordnung der estrogenen Aktivität und möglicher toxischer Effekte auf Stoffgruppen durch Fraktionierungen von Probenextrakten.

---

#### **Teilprojekt 12: Kommunikation und Dissemination**

**Ansprechpartner:** **Dipl. päd. Klaus Amler**, Ökonsult Stuttgart, Gerberstr. 9, 70178 Stuttgart, E-Mail: [amlер@oekonsult-stuttgart.de](mailto:amlер@oekonsult-stuttgart.de)

**Dipl. ing. agr. und Dipl. jour Jutta Schneider-Rapp**, Ökonsult Stuttgart, Gerberstr. 9, 70178 Stuttgart, E-Mail: [schneider-rapp@oekonsult-stuttgart.de](mailto:schneider-rapp@oekonsult-stuttgart.de)

**Kurzbeschreibung:** Während bei vielen wissenschaftlichen Projekten lediglich am Ende die Ergebnisse publiziert werden, und das auch „nur“ einer Fachöffentlichkeit, begleitet die Kommunikation das Projekt SchussenAktivplus von Anfang an. Diese kommunikative Projektbegleitung und die Einbeziehung einer breiten Öffentlichkeit sind innovativ. Dabei sind die Methoden der Öffentlichkeitsarbeit genauso vielfältig wie die Zielgruppen, die erreicht werden sollen.

**Ziel:** Ziel der Kommunikation ist die Einbindung gesellschaftlicher Gruppen „für die Etablierung eines effektiven Risikomanagements und eines vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutzes“. Mit einer offensiven Informationspolitik sollen Zweckverbände und Kommunen von effektiveren Klärwerken überzeugt und die Bevölkerung zur Mitarbeit motiviert werden. Darüber hinaus gilt es, die Ergebnisse der Untersuchungen einer fachlichen und wissenschaftlichen Öffentlichkeit umfassend zu vermitteln.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Identifikation aller Zielgruppen und Ermittlung der für sie passenden Kommunikationskanäle
  - » Erstellung von Basismaterialien wie Flyer und Homepage
  - » Informationsveranstaltungen für Fachpublikum und Führungen für die örtliche Bevölkerung in Zusammenarbeit mit der Volkshochschule
  - » Pressearbeit für Fachmedien und regionale Medien
  - » Symposium für Wissenschaftler

### 3.10. Badegewässer und Trinkwasser für das Ruhrgebiet (Sichere Ruhr)

- Laufzeit:** 01.01.2012 – 31.12.2014
- Koordinator:** **Dr.-Ing. Wolf Merkel**, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Moritzstr. 26, 45476 Mülheim an der Ruhr, E-Mail: w.merkel@iww-online.de
- Dr. Martin Strathmann**, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Moritzstr. 26, 45476 Mülheim an der Ruhr, E-Mail: m.strathmann@iww-online.de
- Kurzbeschreibung:** Die Ruhr mit ihrem Einzugsgebiet dient fast 5 Mio. Menschen als Naherholungsregion und stellt die Trinkwasserversorgung für den Ballungsraum Ruhrgebiet sicher. Darüber hinaus ist die Ruhr das bevorzugte Naherholungsziel und wird trotz mikrobiologischer Risiken zum Baden genutzt, obwohl in weiten Teilen Badeverbot besteht. Die Erfolge im Gewässerschutz der letzten Jahrzehnte haben zweifellos den Gesundheitsschutz der mit Trinkwasser aus der Ruhr versorgten Bevölkerung verbessert. Dennoch hat der analytische Nachweis von „neuen“ Stoffspuren in der Ruhr bei weiten Bevölkerungskreisen große Besorgnis über die Qualität ihres Trinkwassers hervorgerufen. In diesem Umfeld soll jetzt erstmals ein umfassendes Konzept zum Risikomanagement der Ruhrwasserqualität für die Trinkwassernutzung und für eine mögliche temporäre Zulassung eines Badebetriebs entwickelt und implementiert werden.
- Das Verbundprojekt wird durch einen Stakeholder-Beirat begleitet um die enge Verknüpfung mit der Zielregion und die Praxistauglichkeit zu gewährleisten.
- Ziel:** Die übergreifenden Projektziele sind (i) die Entwicklung der Ruhr als temporär nutzbares Badegewässer für die Region, wozu verschiedene Elemente eines integrierten Risikomanagements für Krankheitserreger und Schadstoffe zu entwickeln und aufzubauen sind und (ii) die Verbesserung der Sicherheit der Trinkwassergewinnung und –aufbereitung aus der Ruhr hinsichtlich der Rückhaltung von Krankheitserregern.
- Arbeitsschwerpunkte:** Da die Einleitung von gereinigtem Abwasser und Regenüberläufen in die Ruhr längerfristig alternativlos sein wird, ist ein modellgestütztes Frühwarnsystem zur kurzfristigen, ereignisgesteuerten Freigabe bzw. Sperrung des Badebetriebs aufzubauen. Zudem ist sicherzustellen, dass die Trinkwasseraufbereitung an der Ruhr auch bei Spitzenbelastungen, z. B. bei Extremwetterereignissen, eine Rückhaltung von Krankheitserregern gewährleistet.
- Daraus ergeben sich zwingend
- » innovative Verminderungsansätze hauptsächlich für mikrobielle Einträge aus der Siedlungsentwässerung,
  - » die Etablierung und Validierung von geeigneten Schnelltest- und Monitoringverfahren
  - » und der Aufbau eines modellgestützten Frühwarnsystems.
- Für den Gesamterfolg sind Forschungsarbeiten zur Wahrnehmung von Risiken des Trink- und Badewassers, Kommunikations- und Aufklärungsansätze zur Eintragsverminderung sowie zu Nutzungsbedingungen eines temporären Badebetriebs wesentlich.

#### Arbeitspakete

##### Arbeitspakete 1-2: Gefährdungsanalyse/Risikobewertung

- Ansprechpartner:** AP 1: **Prof. Prof. Dr. Thomas Kistemann**, Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit Bonn, Sigmund-Freud-Str. 25, 53105 Bonn, E-Mail: Thomas.Kistemann@ukb.uni-bonn.de
- AP 2: **Prof. Dr. Michael Wilhelm**, Ruhr-Universität Bochum, Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, E-Mail: wilhelm@hygiene.rub.de
- Projektpartner:** IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Ruhrverband, Ruhr-Universität Bochum, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft, Universität Duisburg-Essen, Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit Bonn, RWTH Aachen
- Kurzbeschreibung:** Eine Gesamtschau der Risiken durch Flussbadegewässer und Trinkwassergewinnung aus Oberflächengewässern zu den einzelnen Teilgebieten Bakteriologie, Virologie und Parasitologie unter Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse existiert derzeit nicht, erscheint aber höchst notwendig. In den letzten Jahren ist eine Vielzahl neuer Arbeiten erschienen, die es dringend erforderlich machen, die hieraus gewonnenen Erkenntnisse aus hygienischmedizinischer Sicht systematisch zusammenzufassen und erneut zu bewerten.
- Ziel:** Ziel ist eine Risikobewertung (AP 2) auf dem neuesten Kenntnisstand basierend auf einer Bestandsaufnahme (AP 1).
- Durch die geplanten Gewässerbeprobungen soll geklärt werden, wie eine hygienisch-mikrobiologische Belastung des Ruhrwassers sowohl zu Normalzeiten als auch bei Starkregenereignissen oder Überschwemmung entsteht. Diese werden anschließend bewertet hinsichtlich ihrer Konsequenzen für einen möglichen Badebetrieb.
- Weiterhin wird parallel die hygienisch-mikrobiologische Belastung des Trinkwassers mit z. B. Viren und Parasiten untersucht. Derartige Untersuchungen sind in Deutschland bislang nicht systematisch durchgeführt worden. Die Erkenntnisse sollen Aufschluss darüber geben, inwieweit bei zu Trinkwasserzwecken verwendeten Flusswässern mit entsprechenden Kontaminationen im Trinkwasser zu rechnen ist.
- Da die Einflussgrößen auf die Konzentration von Viren, Bakterien, Parasiten und chemischen Stoffen vielfältig sind, bildet die Erfassung verschiedener Eintragspfade die Grundlage, um Rahmenbedingungen wie z. B. hydrologische und meteorologische Ereignisse, Landnutzung und andere diffuse Quellen, zu bewerten. Dies führt anschließend zur Definition von Zielkorridoren mit der Intention einer Verbesserung der Ruhrwasserqualität. Das ermöglicht auf der einen Seite die Festlegung von Grenzwerten für die genannten Parameter im Bereich Badegewässer, auf der anderen Seite auch die Abschätzung einer für die Trinkwassergewinnung unkritischen Belastung des Rohwassers.

---

##### Arbeitspaket 3: Risikowahrnehmung, Risikokommunikation, Partizipation

- Ansprechpartner:** AP 3a: **Prof. Dr. Peter Wiedemann**, ITAS, Karlsruher Institut für Technologie, Anna Luisa Karsch Str. 2, 10178 Berlin, E-Mail: Peter.Wiedemann@fzk.de
- AP 3b/3c: **Prof. Dr. Jo Reichertz**, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstr. 12, 45117 Essen, E-Mail: jo.reichertz@uni-due.de
- Kurzbeschreibung:** Das Arbeitspaket 3 besteht aus den Teilaspekten Risikowahrnehmung (AP 3a), Risikokommunikation (AP 3b) und Partizipation (AP 3c). Hier wird die Sozialdimension des Projekts Sichere Ruhr im Hinblick auf das Risikomanagement und die Risikokommunikation in den Mittelpunkt gestellt. Wesentliches Teilziel ist die Verbesserung der Risk Governance mit Krankheitserregern und Spurenstoffen im Wasserkreislauf.
- Das Arbeitspaket „Risikowahrnehmung“ (AP 3a) ermöglicht die proaktive Auseinandersetzung mit der intuitiven Risikowahrnehmung der Öffentlichkeit. Ausgangspunkt (AP3a) ist eine umfassende Analyse der Frage, wie die Bevölkerung in Deutschland die Qualität des Trinkwassers wahrnimmt und welchen Stellenwert Badegewässer als Freizeit- und Naherholungsgebiet besitzen. Wesentlicher Bestandteil dieser Untersuchung ist eine differenzielle Erfassung der in der Bevölkerung vorliegenden Einstellungen und Überzeugungen zu Risikofaktoren im Trinkwasser sowie bei der Badenutzung der Ruhr. Für diese Untersuchung wird eine innovative Verknüpfung eines psychometrischen Ansatzes

der Risikowahrnehmungsforschung mit wissenssoziologischen Herangehensweisen – der „Cultural Cognition“ – Theorie von Kahan (2008) gewählt. In ersterem geht es um die Einstellungen und Überzeugungen, die Individuen auf der Grundlage von Risikowahrnehmungsdispositionen ausbilden, während die „Cultural Cognition“-Perspektive diese Analyse um die milieu-spezifischen Faktoren der Risikowahrnehmung erweitert.

Im AP 3b und 3c geht es um die Entwicklung und Evaluation eines dialogisch angelegten Kommunikations- und Partizipationskonzeptes für die „Sichere Ruhr“,

Parallel zu AP 3a und im stetigen dialogischen Abgleich mit den Ergebnissen zur Risikobewertung werden in AP3b von Beginn an Kommunikationsstrategien entwickelt und erprobt, (a) wie mit Hilfe welcher Medien aus kommunikationswissenschaftlicher Sicht angemessen über akute wie allgemeine Risikolagen informiert werden kann und (b) wie den unterschiedlichen Stakeholdern Gründe geliefert werden können, sich an der ‚Reinhaltung‘ der Ruhr selbst aktiv zu beteiligen.

Ergänzend zu AP 3a/3b werden in AP 3c von Beginn an mithilfe der Etablierung und Erprobung eines Netzwerkes die Grundlagen für die notwendige Partizipation der relevanten Stakeholder in den gesamten Prozess der Risikoabschätzung und Risikobewertung geschaffen. In Kooperation mit anderen Projektpartnern (Ruhrverband, Stadt Essen) werden die wichtigsten Gruppen (Bevölkerung, Medien, NGO's) so in die Projektarbeiten eingebunden, dass sie in die Lage versetzt werden, selbst verantwortungsvoll und angemessen Risikolagen und Nutzungsbedingungen abschätzen und vertreten zu können. Zugleich wird ein Handlungskonzept abgeleitet und organisiert.

---

#### **Arbeitspaket 4a: Risikominderung: Innovative Technologien zur Eintragsverminderung**

**Ansprechpartner:** Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Mies-van-der-Rohe-Str. 1, 52074 Aachen, E-Mail: isa@isa.rwth-aachen.de

**Projektpartner:** IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Ruhrverband, Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit Bonn, Ruhr-Universität Bochum, Universität Duisburg-Essen, Xylem Water Solutions Herford

**Kurzbeschreibung:** Die Risikominderung wird im Allgemeinen in anlagenbezogener Form von ordnungsrechtlich verankerten technischen Mindeststandards (definiert durch Grenzwerte oder Techniken) vorgegeben. Bezüglich der hygienisch-mikrobiologischen Belastungsgrößen existieren solche verbindlichen Anforderungen nicht. Im Bezug auf die beiden Projektziele a) Temporäre Nutzung der Ruhr als Badegewässer und b) Sicherstellung der Trinkwassergewinnung und -aufbereitung, werden Maßnahmen zur Risikominderung entwickelt.

Für den Eintragspfad der Kläranlageneinleitungen werden für etablierte Techniken zur Hygienisierung von Kläranlagenabläufen, wie etwa der UV-Desinfektion und der Abwasserfiltration, neue Erkenntnisse zum Eliminationsgrad dieser Techniken für die bisher unzureichend untersuchten hygienisch relevanten Mikroorganismen gewonnen. Ferner werden innovative Techniken, wie etwa die Ozonierung und Aktivkohleadsorption, die in erster Linie mit dem Ziel der Elimination organischer Mikroverunreinigungen errichtet wurden, auf ihre Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Abtötung bzw. Inaktivierung von Mikroorganismen untersucht. Hierbei beziehen sich die Untersuchungen auf die Indikatorkeime im Sinne der EU-Badegewässerrichtlinie und der Trinkwasserverordnung und auf bisher unzureichend untersuchten hygienisch relevanten Mikroorganismen.

Für den Eintragspfad der Mischwasserbehandlung werden Untersuchungen zur Hygienisierung des Entlastungsvolumenstroms durchgeführt. Ziel ist es, die prinzipielle Eignung solcher Maßnahmen zu eruieren, eine Bewertung der Implementationsmöglichkeit solcher Techniken vorzunehmen sowie einen Vergleich mit konventionellen Maßnahmen (Schaffung von Retentionsvolumen, Kanalnetzsteuerung, u.a.) vorzunehmen.

Zur Eintragsminderung diffuser Quellen werden situationsspezifisch angepasste Maßnahmen umgesetzt und bewertet. Für Hotspots innerhalb dieses Eintragspfades werden neben organisatorischen Maßnahmen auch technische Maßnahmen erarbeitet und hinsichtlich ihrer Effizienz bewertet.

#### **Arbeitspaket 4b: Risikominderung: Analysen-, Monitoring- und Prognosesysteme**

- Ansprechpartner:** **Dr. rer. nat. Martin Strathmann**, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Moritzstr. 26, 45476 Mülheim an der Ruhr, E-Mail: m.strathmann@iww-online.de
- Projektpartner:** Ruhrverband, Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit Bonn, Ruhr-Universität Bochum, Universität Duisburg-Essen, aquatune
- Kurzbeschreibung:** Ein weiteres Ziel des Vorhabens ist die Erprobung eines Analysen- und Monitoring-Systems und die Konzeption eines Prognosesystems, mit dessen Hilfe eine frühzeitige Erkennung von hygienisch relevanten Mikroorganismen der Ruhr möglich ist. Der Einsatz von Online-Messverfahren soll Zeitverluste zwischen Probenahme und Vorliegen des Analyseergebnisses vermeiden. Durch gezielte Positionierung von Online-Messverfahren an Schlüsselpositionen an der Ruhr und/oder an Einleitungen soll eine frühzeitige Erkennung von Belastungen der Ruhr im Abstrom ermöglicht werden. Abschließendes Ziel ist die Konzeption eines Prognosesystems. In dieses sollen neben den Online-Messverfahren auch Berechnungsmodelle für den Transport hygienisch relevanter Mikroorganismen (beispielhaft E. coli und intestinale Enterokokken) sowie online erhobene Daten des Ruhrverbandes (wie Abflüsse an Ruhrpegeln und von Kläranlagen und Regenwasserüberlaufbecken), Niederschlag-Abfluss-Modelle und meteorologische Vorhersagen eingebunden werden. Dieses Prognosesystem kann bei hinreichender Genauigkeit als Frühwarnsystem zur Vorhersage der Badegewässerqualität an ausgewählten Stellen an der Ruhr genutzt werden und soll der RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft zur Vorhersage der Wasserqualität im Hinblick auf die Trinkwasseraufbereitung aus Ruhrwasser dienen.

---

#### **Arbeitspaket 5: Praxisnahes Realisierungskonzept Ruhr**

- Ansprechpartner:** **Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin**, Ruhrverband, Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen, E-Mail: nja@ruhrverband.de
- Projektpartner:** IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, RWTH Aachen, RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft, Universität Duisburg-Essen, ITAS Karlsruher Institut für Technologie
- Kurzbeschreibung:** Das Arbeitspaket „Praxisnahes Realisierungskonzept Ruhr“ hat zum Ziel, beispielhaft für die Nutzungen „Baden im Baldeneysee“ und „Trinkwassergewinnung aus der Ruhr“ aufbauend auf einer Situationsanalyse im Bereich der Unteren Ruhr Zieldefinitionen für diese konkreten Nutzungen zu erarbeiten. Für die Badenutzung sind zudem in einem innovativen Forschungsansatz mittels umfassender partizipativer Beteiligung gemeinschaftliche Zielvorstellungen zu erarbeiten. Hierauf aufbauend wird eine ökonomische Nutzenbewertung unter Verwendung wohlfahrtsökonomischer Methoden wie der Contingent Valuation und der Contingent Ranking-Methode vorgenommen.
- Im Zusammenhang mit der ökonomischen Nutzenbewertung wird auch das Ziel verfolgt, die Basis für eine konkrete Finanzierung der Badenutzung zu schaffen. In diesem Zusammenhang sind gleichzeitig auch grundlegende Aspekte der gesellschaftlichen und politischen Mandatierung einer solchen Finanzierung einschließlich der notwendigen Kommunikationsstrategie hierfür zu erarbeiten.
- Als weiteres Ziel wird in diesem Teilvorhaben ein Leitfaden erarbeitet, der die wesentlichen Erkenntnisse nicht nur aus dem dialogischen Prozess zur Nutzung „Baden im Baldeneysee“, sondern auch die Erkenntnisse aus den anderen Arbeitspaketen systematisch aufbereitet. Damit wird die Basis geschaffen, auch in anderen Flussgebieten funktionierende Konzepte zur Etablierung einer Badenutzung einschließlich eines umfassenden Informations- und Kommunikationsmanagements zu erarbeiten. Somit wird ausgehend von der konkreten Umsetzungsstrategie für die Nutzung „Baden im Baldeneysee“ eine Übertragung auch in andere Flussgebiete gewährleistet.

### 3.11. Gefährdungsbasiertes Risikomanagement für anthropogene Spurenstoffe zur Sicherung der Trinkwasserversorgung (TOX-BOX)

- Laufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014
- Koordinator:** **Dr. Tamara Grummt**, Umweltbundesamt, Dienstgebäude Bad Elster, Heinrich-Heine-Str. 12, 08645 Bad Elster, E-Mail: tamara.grummt@uba.de
- Kurzbeschreibung:** Das Risikomanagement von anthropogenen Spurenstoffen bewegt sich im Konfliktfeld Risiko (unerwünschte Wirkungen für Umwelt und Mensch) und Innovation/Nutzen (z. B. Gesundheit durch Arzneimittel und Lebensqualität durch Nanomaterialien). Für diese Fragestellung sind Bewertungsstrategien zur Ableitung normativer Werte das wesentliche Element in der gesundheitsbezogenen Umweltpolitik. Eine grundsätzliche Regelung der Bewertungskonzepte ist zwingend notwendig; diese Forderung ergibt sich auch aus den derzeit stattfindenden Neuregelungen im Umweltbereich (Europäische Wasserrahmenrichtlinie und Tochterrichtlinien) und im Stoffrecht (REACH).
- Wesentliches Kriterium zur Festlegung von Grenzwerten ist die Einbeziehung der stoffspezifischen Wirkmechanismen, die über biologische Testverfahren zu identifizieren und zu quantifizieren sind. Als Grundlage der Risikobewertung wird der gesundheitliche Orientierungswert (GOW) herangezogen.
- Dieses theoretische Konzept benennt zwar die biologischen Endpunkte (Gentoxizität, Neurotoxizität, Endokrine Wirkungen/Keimzellschädigung), nennt aber keine Vorgehensweise für die experimentelle Erhebung toxikologischer Daten.
- Auf der Grundlage der Erfahrungen im Stoffrecht ist für die sichere Bewertung eine harmonisierte und festgeschriebene Teststrategie für jeden im GOW-Konzept (Gesundheitlicher Orientierungswert) genannten Endpunkt notwendig. Daraus leitet sich die wissenschaftliche Zielstellung im Projekt TOX-BOX ab.
- Ziel:** Ziel des Projektes ist es, eine harmonisierte Teststrategie, festgeschrieben in einem Leitfaden, für ein expositionsbezogenes und gefährdungsbasiertes Risikomanagement von anthropogenen Spurenstoffen zu erarbeiten. Für dieses Ziel werden allgemeine Leitlinien in Form von Entscheidungsbäumen formuliert. Das schließt bei Aufzeigen von Gefährdungspotenzialen und regulierungsbedürftigen Tatbeständen die Festlegung von Maßnahmeoptionen ein.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Charakterisierung der Exposition und Identifizierung von trinkwasserrelevanten Einzelsubstanzen
  - » Verifizierung von Befunden über die Aufkonzentrierung von Wasserproben
  - » Priorisierung, Entwicklung und Festschreibung von endpunktbezogenen Teststrategien einschließlich der Ableitung von Bewertungskriterien
  - » Strukturierung der hierarchischen Teststrategie zur Abschätzung und Wichtung von Toxizitätsdaten im Gesamtprozess der GOW-Ableitung
  - » Formulierung von gefährdungsbasierten, auf das GOW-Konzept gestützten Handlungsoptionen
  - » Erarbeitung von Infomaterialien und Trainingsprogrammen für die Anwendung des Leitfadens und
  - » Erstellung eines einheitlichen und verbindlichen Leitfadens zum gefährdungsbasierten Risikomanagement von anthropogenen Spurenstoffen.

#### Teilprojekte

##### **Teilprojekt 1: *Exposition / Rahmenbedingungen für ein belastungs- und risikoorientiertes Untersuchungsprogramm für potenziell relevante Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt***

**Ansprechpartner:** **Dr. Meike Kramer**, RheinEnergie AG, Parkgürtel 24, 50823 Köln,  
E-Mail: m.kramer@rheinenergie.com

**Dr. Carsten Schmidt**, RheinEnergie AG, Parkgürtel 24, 50823 Köln,  
E-Mail: ca.schmidt@rheinenergie.com

**Kurzbeschreibung:** Das Teilprojekt 1 der RheinEnergie AG nimmt mit der Organisation des Untersuchungsprogramms und der Bereitstellung von charakteristischen Einzelsubstanzen und Wasserproben, die relevant für mögliche Zielsubstanzen aus dem Vorfeld der Trinkwassergewinnung und der Trinkwasseraufbereitung sind, eine zentrale Stellung innerhalb des Verbundprojektes ein. Ziel des Untersuchungsprogramms ist es, bisher offene Punkte des GOW-Konzepts (Gesundheitlicher Orientierungswert) zu klären. Mit ausgewählten Biotestverfahren sollen möglichst viele Expositionsmuster erfasst werden, um die Aussagefähigkeit der Teststrategie für einen breiten Anwendungsbereich einschätzen zu können, eine Testbatterie mit geeigneten, standardisierte Testverfahren zu benennen und gegebenenfalls Modifikationen zu empfehlen. Dabei soll auch der Fall berücksichtigt werden, dass eine toxikologisch noch unbewertete Zielsubstanz nicht in einer für die toxikologische Untersuchung ausreichenden Menge aus der Wasserprobe isoliert werden kann. In diesem Fall muss mit aufkonzentrierten Proben gearbeitet werden. Um belastbare Aussagen analog zur ursprünglichen (einzel)substanzbezogenen toxikologischen Bewertung zu erhalten, müssen Bedingungen für die Bewertung der Zielsubstanz als Bestandteil eines komplexen Stoffgemisches definiert werden.

**Ziel:** Organisation eines Untersuchungsprogramms, das die Validierung einer geeigneten Testbatterie für die Einzelstoffbewertung auf der Basis des GOW-Konzepts ermöglicht.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Bereitstellung von Einzelsubstanzen
- » Untersuchungsprogramm zur Abstimmung der Aufkonzentrierungsbedingungen an die physiologischen Erfordernisse der biologischen Testsysteme
- » Bereitstellung konstruierter Stoffgemische
- » Bereitstellung realer Wasserproben

---

##### **Teilprojekt 2: *Exposition / Anreicherungsverfahren für typische Wassermatrizes aus dem Vorfeld und dem Prozess der Trinkwasseraufbereitung***

**Ansprechpartner:** **Dr. Werner Brack**, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Department Wirkungsorientierte Analytik, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, E-Mail: werner.brack@ufz.de

**Kurzbeschreibung:** Im Rahmen des übergeordneten Ziels des Projekts TOX-BOX, einen einheitlichen und verbindlichen Leitfaden zum gefährdungsbasierten Risikomanagement von anthropogenen Spurenstoffen in Trinkwasser zu entwickeln, beschäftigt sich das vorliegende Teilprojekt mit der Erfassung und Analyse der Exposition gegenüber trinkwassergängigen anthropogenen Stoffen im gesamten Wasserkreislauf. Ziel ist es dabei, geeignete Anreicherungsverfahren der Spurenstoffe zur anschließenden chemischen Analyse und Bewertung nach dem Konzept des Gesundheitlichen Orientierungswerts (GOW) sowie zur biologischen Analyse toxikologisch relevanter Stoffe im GOW-relevanten Konzentrationsbereich bereitzustellen und zur Herstellung von Extrakten für die anderen Teilprojekte einzusetzen, sowie mit chemischen Screening-Analysen und wirkungsorientierter Analytik potentiell gesundheitlich relevante Spurenstoffe zu identifizieren, zu quantifizieren und mit Hilfe des GOW-Konzepts bewertbar zu machen.

**Ziel:** Ziel des Teilprojektes ist es, die wissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen zu schaffen, dass die Exposition gegenüber einer möglichst breiten Palette anthropogener Spurenstoffen im Trinkwasser sowie in Wasserproben aus dem Einzugsgebiet zuverlässig erfasst und charakterisiert werden kann.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Entwicklung und Standardisierung geeigneter Anreicherungsverfahren
- » Bereitstellung von Extrakten aus typischen Wassermatrizes aus dem Trinkwassereinzugsgebiet und der Trinkwasseraufbereitung

- » Chemische Screening-Analyse der Extrakte
- » Wirkungsorientierte Analytik unbekannter Inhaltsstoffe mit Schadwirkungspotential

---

**Teilprojekt 3:** **Gentoxizität / Einsatz bakterieller Gentoxizitätstests im Labor von Wasserversorgungsunternehmen als erster Beitrag zur Bewertung trinkwasserrelevanter Stoffe auf der Basis des GOW-Konzepts**

**Ansprechpartner:** **Dr. Meike Kramer**, RheinEnergie AG, Parkgürtel 24, 50823 Köln,  
E-Mail: m.kramer@rheinenergie.com;

**Dr. Carsten Schmidt**, RheinEnergie AG, Parkgürtel 24, 50823 Köln,  
E-Mail: ca.schmidt@rheinenergie.com

**Kurzbeschreibung:** Bei der Ableitung gesundheitlicher Orientierungswerte (GOW) für toxikologisch zuvor nicht bewertete trinkwasserrelevante Stoffe ist die Gentoxizität der prioritäre Parameter. Da ein Test allein nicht ausreicht, um die humantoxikologische Relevanz eines gentoxischen Effekts zu bewerten bzw. im Fall eines negativen Ergebnisses auszuschließen, ist eine aussagekräftige Testbatterie notwendig, die sich an der international bereits harmonisierten, hierarchisch angelegten toxikologischen Bewertung von Chemikalien orientiert. Die erste Stufe nehmen hierbei in-vitro-Kurzzeittests zum Nachweis definierter Endpunkte an Bakterien und Säugetier-Zellen ein. Das Teilprojekt 3 der RheinEnergie AG erprobt innerhalb des Projektmoduls „Gentoxizität“ einfache, schnelle und standardisierte bakterielle Kurzzeittests, mit denen Wasserversorgungsunternehmen selbst einen wichtigen Beitrag zum Bewertungsprozess leisten können, um die im Einzelfall getroffene Bewertung einschätzen zu können und den Prozess als solchen zu beschleunigen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der möglicherweise abzuleitenden, kostenaufwändigen Gegenmaßnahmen und einer vertrauensvollen Kommunikation mit Verbrauchern, Politik und Medien von Bedeutung.

**Ziel:** Erprobung von bakteriellen Gentoxizitätstests im Hinblick auf ihre Aussagekraft bei der Bewertung von Stoffgemischen an aufkonzentrierten Wasserproben aus dem Vorfeld und dem Prozess der Trinkwasseraufbereitung im Rahmen des GOW-Konzepts.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Nachweis von Punktmutationen mit dem Ames-Fluktuationstest gemäß der OECD-Richtlinie 471 und ISO 11350
- » Nachweis der DNA-Reparaturintensität mit dem umu-Test gemäß ISO 13829
- » Ergänzung der Standardverfahren mit zusätzlichen Teststämmen zur Erhöhung des erfassbaren Wirkungsspektrums

---

**Teilprojekt 4:** **Gentoxizität / Gentoxische Untersuchungen von Wasser mit dem bakteriellen SWITCH-Test**

**Ansprechpartner:** **Dr. Petra Rettberg**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, Linder Höhe, 51147 Köln, E-Mail: petra.rettberg@dlr.de

**Ziel:** Im Modul Gentoxizität des Projekts TOX-BOX wird im Teilprojekt SWITCH das gentoxische Potenzial der im Verbundprojekt untersuchten Wasserproben mit Hilfe des bakteriellen SWITCH-Tests analysiert. In diesem Test werden rekombinante Mikroorganismen eingesetzt, die bei Anwesenheit von gentoxischen Substanzen ein quantifizierbares Biolumineszenzsignal erzeugen, dessen Größe proportional zur gentoxischen Wirkung in der untersuchten Probe ist.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Anpassung und Optimierung des SWITCH-Tests auf die im Verbundprojekt untersuchten Proben
- » Feststellung der Nachweisgrenzen des SWITCH-Tests für diese Proben
- » Untersuchung der Proben mit und ohne metabolisch Aktivierung möglicher genotoxischer Substanzen über S9
- » Erstellung einer Konzentrations-Wirkungs-Beziehung
- » Einbringung der Daten und Mitarbeit bei der Erstellung der Bewertungskriterien für das GOW-Konzept und des Leitfadens zur Risikobewertung von anthropogenen Spurenstoffen im Gesamtprojekt.

---

#### **Teilprojekt 5:           Gentoxizität / In-vitro-Tests auf Gentoxizität auf Basis von Säugerzellen**

**Ansprechpartner:**   **Dr. Christoph Hafner**, Hydrottox – Labor für Ökotoxikologie und Gewässerschutz GmbH, Bötzingen Straße 29, 79111 Freiburg i.Br., E-Mail: hafner@hydrottox.de

**Kurzbeschreibung:**   Zur Bewertung potenzieller gentoxischer Effekte werden im Rahmen der Chemikalienbewertung routinemäßig normierte in-vitro Testverfahren auf Basis von Säugerzellen eingesetzt, um auch eine Relevanz zu humantoxikologischen Endpunkten herzustellen. Innerhalb dieses Teilprojekts werden die von den Projektpartnern bereitgestellten nativen Wasserproben sowie angereicherte und gespikte Proben auf ihr gentoxisches Potenzial geprüft. Dazu werden etablierte Testsysteme wie z.B. der Micronucleus-Test (OECD 487) und der Mouse-Lymphoma-Assay (OECD 476) eingesetzt. Eine Anpassung der standardisierten Testprotokolle für wässrige Proben ist dabei erforderlich. Es werden GLP-nahe Standards, wie beispielsweise die standardisierte Testdurchführung nach Standard Operating Procedure (SOPs), entsprechende Rohdatenprotokollierung und Verwendung qualitätsgesicherter Geräte angelegt, um belastbare Ergebnisse zu erhalten.

**Ziel:**                   Mit Hilfe der eingesetzten normierten in-vitro Testverfahren erfolgt die Charakterisierung der im Forschungsverbund eingesetzten Proben in Bezug auf deren gentoxisches Potenzial. Dies erlaubt eine Einordnung der im Bereich der Grundlagenforschung in weiteren Teilprojekten des Moduls zu entwickelnden Methoden bezüglich ihrer Sensitivität, Eignung im Rahmen einer Testbatterie und zusätzlichem Erkenntnisgewinn.

**Arbeitsschwerpunkte:** Nach Adaption der Testverfahren an die spezifische Fragestellung und Erstellung projektspezifischer SOPs erfolgt die routinemäßige Prüfung der im Gesamtprojekt bearbeiteten Proben.

---

#### **Teilprojekt 6:           Gentoxizität / Expression humaner Enzyme in Zielzellen von Gentoxizitätstests zum sensitiven Erfassen und Validieren von gentoxischen Gefährdungspotenzialen**

**Ansprechpartner:**   **Prof. Hans Rudolf Glatt**, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE) Potsdam-Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, 14558 Nuthetal, E-Mail: glatt@dife.de

**Kurzbeschreibung:**   Es werden rekombinante Zellen mit humanen Enzymsystemen zum Erfassen gentoxischer Substanzen mit folgenden Zielen eingesetzt: eine hohe Sensitivität zu erreichen und so reale Wasserproben ohne Anreicherung testen zu können; Enzyme zu berücksichtigen, die kleine, hydrophile, gut wassergängige Fremdstoffe aktivieren können [wofür das übliche aktivierende System (S9) nicht konzipiert ist]; die Aussagekraft durch Einsatz humaner Enzyme zu erhöhen; aus dem Ansprechen von Zellen mit spezifischen Enzymen Hinweise zur chemischen Klasse der beteiligten Gentoxine zu erhalten.

**Ziel:**                   Der Einsatz rekombinanter Zellen mit humanen Enzymsystemen zum Erfassen und Validieren von gentoxischen Substanzen in Trinkwasserproben.

**Arbeitsschwerpunkte:**   » Konstruktion von Zelllinien mit humanen Enzymsystemen, die bei der Aktivierung trinkwassergängiger Fremdstoffe wichtig sind  
                                  » Untersuchung von Substanzen, die häufig in Wasserproben vorkommen, auf Gentoxizität in diesen Zellen  
                                  » Prüfung von realen Wasserproben und Extrakten in diesen Tests  
                                  » Bioassay-geleitetes Reinigen und Strukturaufklären der aktiven Komponenten bei neuartigen Wirkmechanismen.

---

#### **Teilprojekt 7:           Gentoxizität / Aktivierung des NF-κB Pathways als gentoxische Antwort**

**Ansprechpartner:**   **Dr. Christa Baumstark-Khan**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, Linder Höhe, 51147 Köln, E-Mail: christa.baumstark-khan@dlr.de

**Ziel:**                   Das Teilprojekt NF-κB (nuclear factor ‚kappa-light-chain-enhancer‘ of activated B-cells) im Modul Gentoxizität des Projekts TOX-BOX untersucht das gentoxische Potenzial der im Verbundprojekt untersuchten Wasserproben mit Hilfe rekombinanter humaner Reporterzelllinien, mit deren Hilfe die Aktivierung des Transkriptionsfaktors NF-κB visualisiert werden kann.

---

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Anpassung und Optimierung des NF- $\kappa$ B-Tests auf die im Verbundprojekt untersuchten Proben
  - » Untersuchung der Proben
  - » Erstellung einer Konzentrations-Wirkungs-Beziehung
  - » Einbringung der Daten und Mitarbeit bei der Erstellung der Bewertungskriterien für das GOW-Konzept und des Leitfadens zur Risikobewertung von anthropogenen Spurenstoffen im Gesamtprojekt.

**Teilprojekt 8: *Gentoxizität / Proteomuntersuchung in Zebrafischembryonen (*Danio rerio*) zur Analyse von Mischungseffekten gering konzentrierter gentoxischer Kontaminationen in Wasser***

**Ansprechpartner:** **Dr. Eberhard Küster**, Department Bioanalytische Ökotoxikologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig, E-Mail: eberhard.kuester@ufz.de

**Kurzbeschreibung:** In Ergänzung der zellkulturbasierten Untersuchungen im Verbundprojekt sollen im Teilprojekt Embryonen des Zebrafischblings als Vertebratenmodell und Tierversuchsalternative genutzt werden. Eine gegenseitige Validierung und Relevanzbewertung soll damit ermöglicht werden. Zum einen soll überprüft werden, ob sich Effekte von Mischungen von niedrig konzentrierten gentoxischen Substanzen nach dem Prinzip der Konzentrationadditivität mit dem Zebrafischblingsembryoassay (DarT) vorhersagen lassen. Zum anderen sollen die Auswirkungen von niedrigen Konzentrationen dieser Substanzen auf das Proteom der Fischembryonen untersucht werden. Wirkungen und Wirkmechanismen im Fischembryoproteom sollen auf mögliche Ähnlichkeiten und Unterschiede zu den von den anderen Projektpartnern genutzten zellkulturbasierten Gentoxizitätsassays untersucht bzw. mit den bereits bekannten Wirkmechanismen von Gentoxinen verglichen werden.

**Ziel:** Das Teilprojekt möchte die Nutzung des Zebrafischblingsembryos als Tierversuchersatzmethode im Bereich der Risikoabschätzung von Mischungen gentoxischer Substanzen in Trinkwässern stärken und ausbauen und neue Impulse bei der Nutzung des Zebrafischblingsembryo in der (Gen-) Toxikologie geben.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Untersuchung der Wirkung einzelner gentoxischer Substanzen im Zebrafischblingsembryoassay (gleiche Substanzen wie in zellkulturbasierten Untersuchungen)
  - » Untersuchung relevanter Mischungen gentoxischer Substanzen im Zebrafischblingsembryoassay
  - » Darstellung und Bewertung von Reaktionen der Fischembryonen auf Proteomebene nach Exposition von gering konzentrierten Gentoxinen

**Teilprojekt 9: *Neurotoxizität / Erfassung neurotoxischer Wirkungen unter Anwendung einer dreistufigen In-vitro-Testbatterie***

**Ansprechpartner:** **Dr. Tamara Grummt**, Umweltbundesamt, Dienstgebäude Bad Elster, Heinrich-Heine-Str. 12, 08645 Bad Elster, E-Mail: tamara.grummt@uba.de

**Kurzbeschreibung:** Im Umweltbereich werden erstmals für den Endpunkt Neurotoxizität In-vitro-Testverfahren eingesetzt. Die besondere Herausforderung besteht neben der Abbildung der komplexen Wirkmechanismen im Nachweis von Effekten im Niedrigkonzentrationsbereich.

Unter dem Gesichtspunkt der humanen Risikobewertung erfolgt die Durchführung der Testverfahren vorrangig mit Primärzellen humanen Ursprungs. Bei der Auswahl werden die unterschiedlichen Zelltypen des Nervensystems berücksichtigt, vor allem Neuronen und Gliazellen. Die zielorganspezifischen Zellen werden in der ersten Stufe der Testbatterie vergleichend für Zytotoxizitätsuntersuchungen eingesetzt. Die Besonderheiten der Zellen des Nervensystems, wie geringe Zellteilungsrate und komplexe morphologische Differenzierung, stellen Anforderungen an die Testverfahren zur Erfassung der Zytotoxizität.

Die Ergebnisse fließen insgesamt in den Datenpool ein und werden entsprechend des GOW-Konzeptes (Gesundheitlicher Orientierungswert) zur toxikologischen Bewertung anthropogener Spurenstoffe herangezogen. Die gestufte und Endpunkt bezogene Ableitung des GOW bestimmt wiederum die Maßnahmooptionen im Prozess des Risikomanagements.

**Ziel:** Ziel des Teilprojektes ist es, für den bewertungsrelevanten Endpunkt Neurotoxizität im GOW-Konzept eine In-vitro-Teststrategie festzuschreiben. Dabei wird davon ausgegangen, dass der hierarchische Einsatz von drei bis vier In-vitro-Testverfahren eine sichere Bewertung im Sinne einer Ja/Nein-Entscheidung hinsichtlich neurotoxischer Gefährdungspotenziale erlaubt.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erfassung von zytotoxischen Wirkungen
- » Erfassung spezifischer Effekte zum Nachweis neurotoxischer Wirkung
- » Verifizierung von neurotoxischen Gefährdungspotenzialen auf zellulärer Basis
- » Bewertung des neurotoxischen Gefährdungspotenzials im Kontext zum GOW Konzept

---

#### **Teilprojekt 10: *Neurotoxizität / Teratogenität und Neurotoxizität bei Fischen***

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Thomas Braunbeck**, Aquatische Ökologie & Toxikologie, Heidelberg Center for Organismal Studies, Im Neuenheimer Feld 230, 69120 Heidelberg, E-Mail: braunbeck@uni-hd.de

**Kurzbeschreibung:** Im Teilprojekt der Universität Heidelberg sollen im Rahmen des Moduls Neurotoxizität neue bildgebende Verfahren zum Nachweis neurotoxischer Schäden am Zebraquariabärbling (*Danio rerio*), der sich zunehmend als Modell auch für Säugetiere inkl. Mensch etabliert, eingesetzt werden. Die Tests werden mit frühen Entwicklungsstadien durchgeführt, die nach der neuen Tierschutzrichtlinie der EU keinem Schutz unterliegen (keine Tierversuche); nur in Ausnahme wird die Exposition auf spätere Entwicklungsstadien erweitert. Neben klassischen Parametern Hemmung der Acetylcholinesterase werden adverse Effekte von ausgewählten Monosubstanzen, Wasserproben und Konzentraten (vgl. Gesamtprojekt) auf das optische und olfaktorische System sowie das Seitenliniensystem ermittelt und in das Bewertungssystem für die Festlegung des GOW eingeführt. Um neurotoxische Wirkungen von Sekundäreffekten im Zuge allgemeiner Toxizität abzugrenzen, werden im verlängerten Fischembryotest allgemeine teratogene Effekte ermittelt.

**Ziel:** Entwicklung und Optimierung von Live Imaging-Methoden zum Nachweis neurologischer Störungen bzw. neurotoxischer Effekte im Zebraquariabärbling mit Schwerpunkt auf dem optischen, olfaktorischen und Seitenliniensystem.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Neurotoxizität auf Neuromasten (Seitenliniensystem): Immunhistologie
- » Neurotoxizität auf das optische System: DAPI-Färbung von Kryoschnitten, Whole Mounts von GFP-transgenen Stämmen des Zebraquariabärblings, konventionelle Paraffin-Lichtmikroskopie
- » Neurotoxizität auf das olfaktorische System: z.B. TUNEL-Assay auf apoptotische Zellen, Immunhistologie
- » Acetylcholinesterase: konventioneller biochemischer Enzym-Assay
- » Allgemeine Teratogenität: erweiterter Zebrafish Embryo Toxicity Test (ZFET)
- » Nach Etablierung der Testmethoden: exemplarische Prüfung ausgewählter trinkwasserrelevanter Stoff(gemisch)e

---

#### **Teilprojekt 11: *Endokrine Wirkungen / Nachweis von endokrinen Wirkungen mit dem rekombinierten Hefetest***

**Ansprechpartner:** **Dr. Petra Waldmann**, Incos Boté Cosmetic GmbH, Am Hahnenbusch 14 b, 55268 Nieder-Olm, E-Mail: incosbote@gmx.de

**Kurzbeschreibung:** Endokrin wirksame Substanzen in Gewässern sind seit Beginn der 1990er Jahre ins wissenschaftliche und öffentliche Interesse gerückt. Sie werden als Auslöser von Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit in Betracht gezogen, und ihre Bedeutung nimmt dementsprechend in der regulatorischen Praxis ständig zu. Hohe Relevanz hat in diesem Zusammenhang erstens die große Zahl der endokrin wirksamen Stoffe, zweitens die Vielfalt der bekannten und möglichen Wirkmechanismen und drittens die Wirksamkeit einiger Substanzen in bereits sehr geringen Konzentrationen. In diesem Teilprojekt sollen native und angereicherte Wasserproben sowie Einzelsubstanzen mit Trinkwasserrelevanz mit dem rekombinierten Hefetest auf östrogene und androgene Wirkungen untersucht werden.

- Ziel:** Das Teilprojekt dient der Feststellung inwieweit das rekombinierte Hefesystem geeignet ist, mögliche endokrine Wirkungen im Rahmen des GOW-Konzeptes zu erfassen und zu einer Bewertung dieser Wirkungen beizutragen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Beiträge zu den Modulen Exposition und Risikomanagement.
  - » Nachweis von östrogenen Potenzialen in nativen, angereicherten und zusammengesetzten Proben mit dem rekombinierten Hefetest.
  - » Substanztestung mit dem rekombinierten Hefetest.

**Teilprojekt 12:** **Endokrine Wirkungen n/ Untersuchung zur endokrinen Wirksamkeit, Veränderungen der Steroidsynthese und Reproduktionstoxizität im GOW Konzept**

- Ansprechpartner:** **Prof. Dr. Henner Hollert**, RWTH Aachen University, Institut für Umweltforschung (Biologie V), Forschungsgebiet Ökosystemanalyse, Worringerweg 1, 52074 Aachen, E-Mail: [henner.hollert@bio5.rwth-aachen.de](mailto:henner.hollert@bio5.rwth-aachen.de)
- Dr. Thomas-Benjamin Seiler**, RWTH Aachen University, Institut für Umweltforschung (Biologie V), Forschungsgebiet Ökosystemanalyse, Worringerweg 1, 52074 Aachen, E-Mail: [seiler@bio5.rwth-aachen.de](mailto:seiler@bio5.rwth-aachen.de)
- Kurzbeschreibung:** Innerhalb des Verbundprojektes wird das Institut für Umweltforschung der RWTH Aachen University die endokrine Wirksamkeit als wichtigen toxikologischen Endpunkt für die Trinkwasserbewertung nach dem GOW-Konzept untersuchen und etablieren. Aufbauend auf den erhobenen Daten kann dann zur Aufklärung des Wirkmechanismus ausgesuchter Spurenstoffe beigetragen werden. Es wird außerdem maßgeblich an einer Effekt-dirigierten Analyse, einer durch den gesamten Verbund bestimmten Wasserprobe, mitgearbeitet, die zur Identifizierung relevanter bisher nicht chemisch erfasseter Spurenstoffe führen soll.
- Die zur Verfügung gestellten Proben werden in einem gestuften Untersuchungsansatz mittels (a) ER/AR-Calux<sup>®</sup>-Test auf Rezeptor-vermittelte Aktivität, (b) H295r-Assay zur Darstellung von Störungen der Steroidsynthese und (c) Reproduktionstest mit P.antipodarum auf ihre endokrine Wirkung getestet. Im Zuge dessen werden die Testsysteme auf ihre Eignung für die Trinkwasserbewertung im Rahmen des GOW-Konzeptes hin geprüft sowie ggf. angepasst. Hieraus leiten sich optimierte Verfahrensweisungen ab, die in den Leitfaden integriert werden sollen.
- Ziel:** Etablierung der Untersuchung endokriner Wirksamkeit innerhalb der Trinkwasserbewertung nach dem GOW-Konzept
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Integration von Biotests auf endokrine Wirksamkeit in das GOW-Konzept
  - » Aufklärung der Wirkmechanismen ausgewählter Spurenstoffe
  - » Identifizierung bisher nicht erfasster Spurenstoffe in der Trinkwasserbewertung

#### **3.12. Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Schadstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf (TransRisk)**

**Projektlaufzeit:** 01.11.2011 – 31.10.2014

**Koordinator:** **PD Dr. Thomas Ternes**, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz, E-Mail: [ternes@bafg.de](mailto:ternes@bafg.de)

**Kurzbeschreibung:** TransRisk widmet sich der Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken, die von anthropogenen Spurenstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf ausgehen.

**Ziel:** Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf .

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Zur Risikocharakterisierung werden in TransRisk Schadstoffwirkungen und das Auftreten toxikologisch relevanter Schadstoffgruppen, sowohl über summarische Methoden der Ökotoxikologie und der Umweltchemie als auch über ausgewählte repräsentative Einzelstoffe, erfasst. Die Gesamtheit der als humantoxikologisch relevant eingeordneten Metabolite einer Ausgangssubstanz soll auf Basis gemessener Stoffkonzentrationen in die Formulierung eines Bewertungsquotienten münden. Dieser integrative Ansatz erlaubt auch eine Bewertung der Transformationsprozesse anthropogener Schadstoffe im Wasserkreislauf. Schadstoffinduzierte Selektionsprozesse bei Bakterien bzw. Krankheitserregern, die bereits im niedrigen, jedoch wenig untersuchten sub-inhibitorischen Konzentrationsbereich, zur Ausbildung von Pathogenitätsfaktoren (Virulenz, Resistenz) führen können, werden in die Risikocharakterisierung integriert.
- » Zur Risikominimierung werden sowohl Maßnahmen an Eintragsquellen als auch unterschiedliche Verfahrenskombination der kommunalen Abwasserreinigung vergleichend bewertet. Hierbei werden innovative Ansätze wie die Kreislaufführung von Nitrifikation und Ozonung oder die Verwendung von Eisenbakterien mit etablierten Verfahren wie der Aktivkohlefiltration verglichen. Um das Risiko des Eintrages von chemischen und mikrobiologischen Belastungen in das Trinkwasser abzuschätzen, wird das entwickelte Konzept zur Risikocharakterisierung im Wasserkreislauf des Donaurieds von Abwasser, über Grund- und Oberflächenwasser bis hin zum Trinkwasser erprobt.
- » Schließlich werden die entwickelten Instrumente der Risikokommunikation in dieser Region angewendet. Zielgruppen und potenzielle Multiplikatoren werden differenziert angesprochen. Die Zielgruppe des Fachpersonals wird nach Qualifikationsebenen, die breite Öffentlichkeit wird nach dem Lebensstilkonzept unterteilt. Über eine Stakeholder-Gruppe werden potenzielle Maßnahmen zur Risikominimierung diskutiert und mit den Betroffenen sowie den Entscheidungsträgern der Region Donauried priorisiert.

## Teilprojekte

<b>Teilprojekt 1:</b>	<b><i>Risikocharakterisierung / Umweltchemische Gefährdungsbewertung von Problemstoffen im Wasserkreislauf</i></b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>PD Dr. Thomas Ternes</b> , Bundesanstalt für Gewässerkunde, Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz, E-Mail: ternes@bafg.de  <b>Diplom-Geoökologe Carsten Prasse</b> , Bundesanstalt für Gewässerkunde, Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz, E-Mail: prasse@bafg.de
<b>Ziel:</b>	Bewertung unterschiedlicher technischer Abwasserverfahren hinsichtlich toxikologisch relevanter Spurenstoffe und deren Transformationsprodukte durch Entwicklung geeigneter Summenparameter und eine leistungsfähige Einzelstoffanalytik.
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Entwicklung kolorimetrischer Toxikophoren-Assays (in Zusammenarbeit mit der Universität Frankfurt am Main) sowie massenspektrometrischer Verfahren, die es erlauben, toxikologisch relevante Gruppen summarisch zu erfassen.</li> <li>» Entwicklung analytischer Methoden zum Nachweis toxikologisch relevanter Spurenstoffe (z.B. Zytostatika, stabile Transformationsprodukte, Oxidationsprodukte) bis in den unteren ng/L-Bereich.</li> <li>» Untersuchung im Labormaßstab zur Eignung eines kombinierten Verfahrens von Nitrifikation und Ozonung hinsichtlich des weitergehenden Abbaus organischer Spurenstoffe und ihrer stabilen Transformations- bzw. Oxidationsprodukte.</li> </ul>

---

<b>Teilprojekt 2:</b>	<b><i>Risikocharakterisierung / Ökotoxikologische Gefährdungsbewertung von Problemstoffen im Wasserkreislauf</i></b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Prof. Dr. Jörg Oehlmann</b> , Johann Wolfgang Goethe- Universität, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main, E-Mail: oehlmann@bio.uni-frankfurt.de  <b>Dr. Ulrike Schulte-Oehlmann</b> , Johann Wolfgang Goethe- Universität, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie, Max-von-Laue-Straße 13, 60438 Frankfurt am Main, E-Mail: schulte-oehlmann@bio.uni-frankfurt.de
<b>Ziel:</b>	Ermittlung von Schadwirkungen neuer Problemstoffe im Wasserkreislauf durch Korrelation von chemischen Summenparametern (analytische Messdaten) mit Toxizitätsequivalenten (Biotests/Bio-Assays)
<b>Arbeitsschwerpunkte:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ökotoxikologische Charakterisierung technisch unterschiedlich aufbereiteter Wasserproben aus einer Pilotanlage zur Abwasserreinigung der TU Darmstadt nach einer Fraktionierung mit Hilfe von in-vitro und in-vivo Testverfahren (on-site).</li> <li>» Vergleichende Untersuchung der behandelten Abwasserströme im Hinblick auf die Effektivität der Behandlungsverfahren zur Entfernung ökotoxikologisch relevanter Spurenstoffe sowie auf die Bildung problematischer Transformationsprodukte.</li> <li>» Kombination von in-vitro Testverfahren mit modernen chemischen Analyse-Techniken in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Bundesanstalt für Gewässerkunde zur integrativen Bewertung toxikophorer Molekülstrukturen aus komplexen (Ab-)Wasserproben.</li> </ul>

---

<b>Teilprojekt 3:</b>	<b><i>Mikrobiologie / Krankheitserreger und Resistenzen</i></b>
<b>Ansprechpartner:</b>	<b>Dr. Thomas Schwartz</b> , Karlsruher Institute für Technologie (KIT) – Campus Nord, Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG), Abteilung Mikrobiologie Natürlicher und Technischer Grenzflächen, Hermann-von-Helmholtz Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, E-Mail: thomas.schwartz@kit.fzk
<b>Ziel:</b>	Untersuchung der Veränderung natürlicher mikrobieller Populationen in aquatischen Bereichen durch chemische Belastungen, insbesondere im Hinblick auf die Bildung von Resistenzen.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Untersuchung der Veränderungen in der Physiologie und der Expression von Virulenz- und Resistenzgenen bei Bakterien und speziell bei Pathogenen bei umweltrelevanten Schadstoffkonzentrationen.
  - » Detektion von Krankheitserregern, die in unterschiedlichen physiologischen Zuständen vorkommen (wodurch ihre Kultivierbarkeit eingeschränkt ist) mittels innovativer DNA-bezogener Methoden. Die Durchführung dieser Untersuchungen an natürlichen Populationen aus technischen Anlagen ist eine innovative Komponente des Teilprojektes.
  - » Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Schadstoffbelastung und Wirkungen bei Bakterien mittels moderner molekularbiologischer Methoden, um eine biologische Risikoabschätzung zu ermöglichen.

---

**Teilprojekt 4:** ***Risikokommunikation / Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse, Umsetzung von Bildungskonzepten***

**Ansprechpartner:** **Dipl.-Biol. Sabine Thaler**, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef, E-Mail: thaler@dwa.de

**Ziel:** Bekanntmachung der Projektergebnisse in der Fachwelt, allgemein-verständliche Information der Bürger über die Risiken anthropogener Spurenstoffe im Wasserkreislauf sowie die Etablierung der Ergebnisse des Projektes in der Ausbildung, im Studium und der beruflichen Bildung.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Bewertung der erarbeiteten Bildungs- und Kommunikationskonzepte aus Sicht der Praxis und deren Umsetzung in die Praxis.
  - » Projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit über Internetplattformen, Fachartikel, Newsletter und Pressearbeit.
  - » Veröffentlichung der Ergebnisse in einem DWA-Themenband und Einspeisung der Ergebnisse in die Informations- und Schulungsnetzwerke der DWA (Erfahrungsaustausche, Nachbarschaften).
  - » Erarbeitung eines Arbeitsbuches und eines E-learning-Moduls für Studierende.
  - » Erstellung einer Informationsbroschüre für die Zielgruppe der interessierten Bürger.
  - » Veröffentlichung von Projektinformationen auf der DWA-Homepage.

---

**Teilprojekt 5:** ***Risikocharakterisierung / Ökotoxikologische Gefährdungsbewertung von Problemstoffen im Wasserkreislauf***

**Ansprechpartner:** **Dr. Anja Coors**, ECT Ökotoxikologie GmbH, Boettgerstr. 2-14, 65439 Flörsheim/Main, E-Mail: a.coors@ect.de

**Ziel:** Ermittlung ökotoxikologischer Kennwerte zur Ableitung von Vorsorge-, Warn-, Besorgnis- und Gefahrenwerten für Spurenstoffe und ihre Transformationsprodukte im Wasserkreislauf.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Durchführung von ökotoxikologischen in-vivo Tests mit Wasserpflanzen, Sedimentwürmern und Wasserflöhen sowie in-vitro Tests mit verschiedenen behandelten Abwasserteilströmen an der Kläranlage in Darmstadt und mit Proben aus dem Donauried. Die Untersuchungen erfolgen in Zusammenarbeit mit der Universität Frankfurt (UF).
  - » Entwicklung und Erprobung von Multistressoren-Tests mit dem Fokus auf der Erforschung und Etablierung immuntoxikologischer Endpunkte bei Invertebraten.
  - » Fortentwicklung eines mehrstufigen Risikobewertungssystems unter Einbeziehung von chemisch-analytischen, mikrobiologischen, human- und ökotoxikologischen sowie in-silico toxikologischen Verfahren in Zusammenarbeit mit den Partnern Bundesanstalt für Gewässerkunde, Universität Frankfurt am Main, Karlsruher Institut für Technologie, Zweckverband Landeswasserversorgung, Ludwig-Maximilian Universität und Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik dar.

### **Teilprojekt 6: *In-Silico-Toxikologie / Computer-gestützte humantoxikologische Bewertung von Spurenstoffen und deren Transformationsprodukten***

- Ansprechpartner:** **Dr. Marcus Weber**, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik (ZIB) Computational Molecular Design, Takustraße 7, 14195 Berlin, E-Mail: weber@zib.de
- Ziel:** In-silico Modellierung der möglichen Interaktionen von Spurenstoffen und deren bekannten Transformationsprodukten mit biologischen Zielstrukturen (Enzyme, Rezeptoren, Kanal-, Transport- und Strukturproteine)
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Beispielhafte toxikologische Bewertung chemischer Substanzen wie Sulfamethoxazol, die in der Modellregion „Donauried“ regelmäßig nachgewiesen werden, unter Berücksichtigung bekannter Transformationsprodukte (TPs). Hierdurch soll festgestellt werden, ob die TPs ein kritisch höheres Wirkpotential besitzen können als die Ausgangssubstanzen.
  - » Erstellung von Computermodellen der Zielmoleküle und Abschätzung ihres Interaktionspotentials mittels effizienter Simulationsmethoden (Konformationsdynamik). In Zukunft soll das Verfahren als Plattform angeboten werden, auf der sich weitere Spurenstoffe und mögliche Zielstrukturen einpflegen lassen.

### **Teilprojekt 7: *Risikokommunikation / didaktische Aufbereitung der Ergebnisse, konzeptionelle Entwicklung und Umsetzung von zielgruppenspezifischen Bildungsmaßnahmen für das Fachpersonal***

- Ansprechpartner:** **Prof. Dr. phil. habil. Manuela Niethammer**, TU Dresden, Weberplatz 5, 01217 Dresden, E-Mail: manuela.niethammer@tu-dresden.de
- Ulrike Alt**, TU Dresden, Weberplatz 5, 01217 Dresden, E-Mail: ulrike.alt@tu-dresden.de
- Ziel:** Entwicklung von Bildungsmaßnahmen für professionelle Akteure im Umweltschutz sowie Sensibilisierung der Risikowahrnehmung anderer betroffener Berufsgruppen entsprechend der Projektergebnisse, um eine daraus resultierende Verhaltensänderung herbeizuführen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Analyse der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen Risikocharakterisierung und Risikomanagement aus didaktischer Sicht, Auswahl bildungsrelevanter Inhalte und deren Aufarbeitung für den Zweck der Bildungsgestaltung.
  - » Entwicklung neuer Konzepte und Theorien um eine Fundierung der Kompetenzentwicklung des Fachpersonals im technischen Umweltschutz gemäß den Projektergebnissen zu bewirken und um die Bildung gemäß den neu entstehenden Arbeitsanforderungen zu gestalten.
  - » Zielgruppenspezifische konzeptionelle Entwicklung neuer Lehr- und Lernmaterialien und konzeptionelle Erarbeitung und Evaluation der Bildungsmaßnahmen, an welche sich der Transfer der erarbeiteten Inhalte in die Lehreraus- und -fortbildung anschließt.

### **Teilprojekt 8: *Differenzierte Non-Target-Analytik***

- Ansprechpartner:** **Dr. Walter Weber**, Zweckverband Landeswasserversorgung (LW), Betriebs- und Forschungslaboratorium, Am Spitzigen Berg 1, 89129 Langenau, E-Mail: weber.w@lw-online.de
- Dr. Wolfgang Schulz**, Zweckverband Landeswasserversorgung (LW), Betriebs- und Forschungslaboratorium, Am Spitzigen Berg 1, 89129 Langenau, E-Mail: schulz.w@lw-online.de
- Dr. Wolfram Seitz**, Zweckverband Landeswasserversorgung (LW), Betriebs- und Forschungslaboratorium, Am Spitzigen Berg 1, 89129 Langenau, E-Mail: seitz.w@lw-online.de
- Ziel:** Entwicklung einer Methode zur differenzierten Non-Target-Analyse von Wasserproben zur Identifizierung toxikologisch relevanter Substanzgruppen.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Entwicklung einer neuartigen kombinierten Methode von Non-Target-Screening (LC-HR-MS/MS) mit Fraktionierung durch Festphasenextraktion und Dünnschichtchromatographie mit chemischer und biologischer Detektion zur Identifizierung und Klassifizierung von Substanzen mit definierten funktionellen Gruppen.
  - » Serviceanalytik ausgewählter organischer Spurenstoffe für die Projektpartner.
  - » Unterstützung der Projektpartner bei der Probenahme im Wasserschutzgebiet bzw. im Wasserversorgungsbereich Langenau.
  - » Systematische Erfassung der Belastungen von Grund-, Oberflächen- bzw. Abwässern im Wasserschutzgebiet Donauried-Hürbe und der Wasseraufbereitung mit bisher nicht erkannten organischen Spurenstoffen.
  - » Organisation und Durchführung der Treffen der Stakeholder-Gruppe.

---

**Teilprojekt 9:** **Umweltverfahrenstechnik / Entwicklung kostengünstiger mikrobiologischer Verfahren zur Spurenstoffentfernung mit Eisenbakterien**

**Ansprechpartner:** Prof. Dr.-Ing. Sven-Uwe Geißen, Technische Universität Berlin, Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik, Sekr. KF 2, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, E-Mail: sven.geissen@tu-berlin.de

**Ziel:** Minimierung des Eintrags anthropogener Spurenstoffe und deren Transformationsprodukte in die aquatische Umwelt durch Nutzung von eisenoxidierenden und -reduzierenden Bakterien in kommunalen Kläranlagen.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Schrittweise Aufkonzentrierung der Eisenbakterien (siehe auch TU Berlin, Arbeitsgruppe Umweltmikrobiologie) durch Einstellen der Betriebsparameter in Technikumsanlagen mit Modellabwässern sowie Identifizierung der optimalen Betriebsbedingungen und Reaktorkonzepte.
  - » Durchführung, Betreuung und Auswertung von Demonstrationsversuchen auf mehreren Kläranlagen.
  - » Erstellung von Auslegungs- und Dimensionierungsrichtlinien sowie ökonomische Verfahrensvergleiche für die untersuchten Prozesse (in Zusammenarbeit mit STULZ-PLANAQUA GmbH).

---

**Teilprojekt 10:** **Umweltmikrobiologie / Eisenbakterien – Elimination von Spurenstoffen durch Eisenbakterien während der Abwasserbehandlung**

**Ansprechpartner:** Prof. Dr. Ulrich Szewzyk, TU Berlin, Institut für technischen Umweltschutz FG Umweltmikrobiologie, Sekr. BH-N 6-1, Ernst-Reuter-Platz 1, 10587 Berlin, E-Mail: Ulrich.Szewzyk@tu-berlin.de

**Ziel:** Untersuchung und Optimierung des Abbaus von Arzneimitteln (z.B. Carbamazepin, Diclofenac) in Abwasser durch den Einsatz von Eisenbakterien.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Identifizierung von Eisenbakterien, die in der Lage sind Arzneimittel abzubauen und Untersuchung der Bedingungen, um eine maximale Abbauleistung zu erzielen.
  - » Untersuchung der Abbaumechanismen und ggf. die Bildung von Transformationsprodukten in Kooperation mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde.
  - » Untersuchung der Integration von Eisenbakterien in den Prozess der Abwasserreinigung (in Kooperation mit dem Teilprojekt TU Berlin, Umweltverfahrenstechnik). Darüber hinaus soll untersucht werden, wie sie im vorhandenen Prozess in ihrer Aktivität gefördert werden können. Diese Untersuchungen erfolgen in Kooperation mit Hilfe von Pilotanlagen, die bei assoziierten Kläranlagen (Darmstadt, Donauried) installiert werden sollen.
  - » Detaillierte Untersuchung der Physiologie und des Abbaupotenzial von Eisenbakterien in Kläranlagen, Aufklärung der Mechanismen des Abbaus von Pharmaka durch Eisenbakterien sowie Durchführung der Integration der Eisenbakterien in realen Kläranlagen.

**Teilprojekt 11: *Biologische Elimination neuer Schadstoffe / Mikrobiologisches Verfahren zur Elimination von neuen Schadstoffen in kommunalen Kläranlagen***

**Ansprechpartner:** **Dr. Sven Lübbecke**, STULZ-PLANAQUA GmbH, Hemelinger Hafendamm 18, 28309 Bremen, E-Mail: luebbecke@planaqua.de

**Ziel:** Entwicklung eines Verfahrens zur Entfernung von Spurenstoffen und deren Transformationsprodukten mit eisenoxidierenden Bakterien in kommunalen Kläranlagen

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Konzept einer Pilotanlage und Durchführung von Pilotversuchen auf einer Kläranlage im Donauried auf Basis von Voruntersuchungen mit Bakterienstämmen in Labor- und Technikumsanlagen. Hierbei soll die Leistungsfähigkeit, die Betriebssicherheit und die Integrierbarkeit des entwickelten Verfahrens in den Betrieb von kommunalen Kläranlagen demonstriert werden.
- » Optimierung der Technologie, großtechnische Qualifizierung sowie Ermittlung der Auslegungs- und Dimensionierungskriterien.
- » Beratung und betriebswirtschaftliche Bewertung der Labor- und Pilotversuche.
- » Montage und Inbetriebnahme der Pilotanlage (im Anschluss an die Planung/Projektierung) und Durchführung der Pilotversuche. Abschließende Evaluierung der Ergebnisse, Erstellung einer Dimensionierungsvorschrift sowie einer Kostenanalyse.

**Teilprojekt 12: *Humantoxikologie / Humantoxikologische Bewertung von anthropogenen Spurenstoffen und deren Transformationsprodukten***

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr. med. Thomas Gudermann**, Walther-Straub-Institut für Pharmakologie & Toxikologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Goethestraße 33, 80336 München, E-Mail: thomas.gudermann@lrz.uni-muenchen.de

**Ziel:** Priorisierung „verdächtiger“ Substanzen, aufgrund von Struktur-Wirkungsbeziehungen, die durch computer-gestützte Modellierung möglicher Interaktionen von Spurenstoffen und deren Transformationsprodukten (TPs) mit biologischen Zielstrukturen (Direktverfahren) oder durch die Untersuchung analoger Substanzen mit bekanntem Tox-Profil (Expertenansatz) erhalten werden.

**Arbeitsschwerpunkte:**

- » Erfassung ausgewählte Substanzen, die in der Modellregion „Donauried“ eine regelmäßige Belastung der Wassermatrix darstellen, einschließlich ihrer TPs und deren Modellierung in Simulationsverfahren (in Zusammenarbeit mit dem Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik ZIB).
- » Vorhersage von TPs, die an ausgesuchten Zielstrukturen ein höheres Wirkpotential besitzen (sollten), als die Ausgangssubstanz mittels Methoden der Konformationsdynamik. Für solche Kandidaten werden dann toxikologische Endpunkte (z.B. no-effect level) gesucht.
- » Integration neuer Spurenstoffe und möglicher Zielstrukturen in die Bewertung nach entsprechender Konsolidierung der Datenbasis.

**Teilprojekt 13: *Erweiterte Abwasserbehandlung / Konzeptionierung und Erprobung innovativer Verfahrenskombinationen zu weitergehenden Spurenstoffentfernung***

**Ansprechpartner:** **Dipl.-Ing. Arne Wieland**, Xylem Water Solutions Herford GmbH, Boschstr. 4 – 14, 32051 Herford, E-Mail: arne.wieland@xylem.com

**M.Sc. Jens Gebhardt**, Xylem Water Solutions Herford GmbH, Boschstr. 4 – 14, 32051 Herford, E-Mail: jens.gebhardt@xylem.com

**Ziel:** Begleitung und Unterstützung der TU Darmstadt (durch geeignetes technisches Equipment) bei der Untersuchung zur weitergehenden Elimination von relevanten Spurenstoffen mittels chemischer Oxidation mit Ozon und nachgeschalteter biologischer Behandlung.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Untersuchung der Eignung einer Rückführung von ozoniertem Kläranlagenablauf in die Belebungsstufe zur höheren Spurenstoffelimination bei geringerem Ozoneinsatz.
  - » Untersuchung inwieweit durch eine bezüglich der Zuflussganglinien angepasste Rückführung und Ozondosierung ein flexibles Rückführungskonzept etabliert werden kann.
  - » Untersuchungen zum Abbau von Spurenstoffen ozonierter, biologisch gereinigter Abwässer durch unterschiedlich konfigurierte und betriebene Biofiltrationsanlagen und Aktivkohlefilter.
  - » Untersuchung der technischen Umsetzbarkeit und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.
- 

**Teilprojekt 14: Zielgruppenanalyse der Risikowahrnehmung und Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie**

**Ansprechpartner:** **Dr. Konrad Götz**, ISOE Institut für sozial-ökologische Forschung, Hamburger Allee 45, 60486 Frankfurt am Main, E-Mail: goetz@isoe.de

**Ziel:** Erarbeitung eines Zielgruppenmodells der Risikowahrnehmung als Grundlage für die Entwicklung einer Kommunikationsstrategie zur Sensibilisierung für die Risiken und Reduktion der Einträge von neuen Schadstoffen in Wasser.

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Medienanalyse der bisher kommunizierten Botschaften zur Problematik anthropogener Spurenstoffe, die Durchführung von Fokusgruppen vor Ort und einer lebensstilbasierten bundesweiten Repräsentativerhebung zur Erfassung der Risikowahrnehmung und möglicher Handlungsoptionen in der Bevölkerung.
  - » Erarbeitung eines Zielgruppenmodells zu unterschiedlichen Riskikowahrnehmungstypen, Auswahl strategischer Zielgruppen und des Kampagnenziels sowie Festlegung der zentralen Botschaften.
  - » Entwicklung einer Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit, einschließlich der Auswahl passender Medien und die Erarbeitung eines Kommunikationsleitfadens. Evaluierung der Verbreitung der Inhalte und der Nutzung durch die Zielgruppen.
- 

**Teilprojekt 15: Elimination von Spurenstoffen / Krankheitserregern durch nachgeschaltete und teilintegrierte weitergehende Abwasserreinigungs-techniken**

**Ansprechpartner:** **Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel**, Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR – Fachgebiet Abwasser, Petersenstr. 13, 64287 Darmstadt, E-Mail: p.cornel@iwar.tu-darmstadt.de

**Ziel:** Konzeption und Erprobung verschiedener nachgeschalteter und teilintegrierte Abwasserreinigungstechniken zur Elimination von (öko)toxikologisch relevanten Spurenstoffen in Kommunalabwasser im halbtechnischen Maßstab

- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Untersuchung und Erarbeitung von Verfahrensparametern (Ozonkonzentration, Rücklaufverhältnis) unter prozesstechnischen und wirtschaftlichen Aspekten für die Ozonierung von biologisch behandeltem Kommunalabwasser mit (teilweiser) Rückführung des ozonierten Ablaufs in die Belebungsstufe.
  - » Untersuchung des Abbau von Spurenstoffen ozonierter biologisch gereinigter Abwässer durch parallel betriebene Biofiltrationsanlagen und Aktivkohlefilter.
  - » Übertragung, Überprüfung und Optimierung des erarbeiteten Verfahrenskonzeptes auf der Abwasserreinigungsanlage Ulm-Steinhäule in Zusammenarbeit mit dem Zweckverband Klärwerk Ulm-Steinhäule, der Landeswasserversorgung Langenau und der Firma Xylem Water Solutions Herford GmbH.
-

## 4. Wissenschaftliche Begleitung der Fördermaßnahme

- Projektlaufzeit:** 01.09.2011 – 30.06.2015
- Koordinator:** **Dr. Thomas Track**, DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main, E-Mail: track@dechema.de
- Kurzbeschreibung:** Die Wissenschaftliche Begleitung wird von der DECHEMA e.V. wahrgenommen und ist ein zentraler Anlaufpunkt aller Akteure der Fördermaßnahme RiSKWa. In ihrer Funktion hilft sie, den Dialog projektübergreifend und bei Bedarf mit entsprechenden Zielgruppen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Behörden und Entscheidungsträgern zu fördern. Zu ihren weiteren Aufgaben gehört es, die Entwicklung wirkungsvoller Systemlösungen zu unterstützen und die Etablierung von verbundprojektübergreifenden Querschnittsthemen in Absprache mit dem Lenkungskreis zu begleiten. Querschnittsthemen dienen der Realisierung von Synergie-Potentialen der Verbundprojekte untereinander. Neben Fachgesprächen sind vor allem Statusseminare, Broschüren und Newsletter geeignete Instrumente, um Forschungsergebnisse zeitnah in die entsprechenden Zielgruppen zu transportieren.
- Zum Abschluss der Fördermaßnahme sollen die maßgeblichen Ergebnisse und Empfehlungen als Übersicht in einem Kompendium zusammengestellt werden.
- Ziel:** Die Wissenschaftliche Begleitung hilft bei Bedarf allen Verbundprojekte bei der organisatorischen und wissenschaftlichen Abwicklung der Fördermaßnahme RiSKWa. Als projektübergreifende Institution unterstützt sie die Bekanntmachung der Fördermaßnahme in ihrer Gesamtheit sowie in Abstimmung mit Aktivitäten auf nationaler und internationaler Ebene. Ziel ist es, die Umsetzung und Übertragung der Ergebnisse, Erfahrungen und Entwicklungen aus den Verbundprojekten in andere thematische, regionale und systemare Einheiten zu ermöglichen.
- Arbeitsschwerpunkte:**
- » Unterstützung der Verbundprojekte, des Projektträgers und des Lenkungskreises
  - » Vertretung und Darstellung der Fördermaßnahme in ihrer Gesamtheit in der Öffentlichkeit und Abstimmung mit Aktivitäten auf nationaler und internationaler Ebene
  - » Unterstützung der Diskussionen von Querschnittsthemen
  - » Erstellung der RiSKWa-Broschüren und Zusammenführung des RiSKWa-Kompendiums
  - » Ausrichtung von Statusseminaren und Fachgesprächen der Fördermaßnahme
  - » Betreuung der Internetplattform der Fördermaßnahme in ihrer Gesamtheit