

# Institut IWAR

## Tätigkeitsbericht 2022



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



### Abwassertechnik

Geschäftsführender Direktor IWAR  
und Fachgebietsleitung  
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Geschäftsführer Institut IWAR  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

### Wasser und Umweltbiotechnologie

Fachgebietsleitung  
Prof. Dr. Susanne Lackner

### Raum- und Infrastrukturplanung

Kommissarische Fachgebietsleitung  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke

### Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Fachgebietsleitung  
Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

### Umweltanalytik und Schadstoffe

Fachgebietsleitung  
Prof. Dr. Holger Lutze

### Wasserversorgung und Grundwasserschutz

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



**Herausgeber:**

Technische Universität Darmstadt

Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

**Institut IWAR**

Abwassertechnik

Wasser und Umweltbiotechnologie

Raum- und Infrastrukturplanung

Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Umweltanalytik und Schadstoffe

Wasserversorgung und Grundwasserschutz

Gebäude L5|01

Franziska-Braun-Straße 7

D-64287 Darmstadt

Telefon: (+49) 06151 16 20301

Telefax: (+49) 06151 16 20305

Web: <http://www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de>

E-Mail: 1.Buchstabe Vorname.Nachname@iwar.tu-darmstadt.de

**Redaktion:**

Luisa Barkmann-Metaj,

Niklas Scholliers, Christian Eichhorn, Mischa Jütte, Alice Löffler,

Benjamin Kraff

April 2023, Darmstadt

## **Vorwort**

Auch im Jahr 2022 hat sich am Institut IWAR wieder viel getan. An den verschiedenen Fachgebieten werden zurzeit insgesamt 51 Projekte bearbeitet. Neben zwei fachgebietsübergreifenden Projekten wurden am IWAR viele nationale und internationale Projekte 2022 begonnen oder weitergeführt und haben dazu beigetragen, unseren fachlichen und kulturellen Horizont zu erweitern.

Nicht nur an Forschungsprojekten wurde gearbeitet. Auch wurde an gemeinsamen Zielen und Ausrichtungen in Fachgebieten Seminaren gefeilt und viele (digitale) Konferenzen zum fachlichen Austausch und zur Vorstellung der Forschungsergebnisse besucht.

Vier Promotionen wurden abgeschlossen und viele neue Mitarbeitende am Institut begrüßt. Neben zahlreichen Abschlussarbeiten konnte auch in diesem Berichtsjahr eine Vielzahl von Lehrveranstaltungen für die Studierenden am Fachbereich 13 der Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, am Fachbereich 11 der Geowissenschaften im internationalen Masterstudiengang und der Vietnamesischen Partneruniversität VGU angeboten werden. Nach den Lockerungen der Regelungen zur weltweiten Corona-Pandemie konnten Laborübungen und Exkursion wieder stattfinden.

Wie auch in den vergangenen Jahren möchten wir mit dieser Ausgabe unseres Tätigkeitsberichtes unseren Dank an alle Persönlichkeiten, Institutionen und Unternehmen ausdrücken, die das Institut IWAR im Jahr 2022 gefördert und vorangebracht haben.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und informative Lektüre und hoffen, dass wir Sie auch dieses Jahr wieder von unserer Arbeit am IWAR überzeugen können.

## Inhalt

VORWORT	II
<b>1 INSTITUT IWAR</b>	<b>2</b>
1.1 ORGANISATION DES INSTITUTS	2
1.2 ENTWICKLUNGEN DES INSTITUTS	3
1.3 DATEN UND FAKTEN DES INSTITUTS	4
1.4 AUFGABENFELDER UND ZUSAMMENARBEIT DER FACHGEBIETE	5
1.5 NEUIGKEITEN, PREISE UND AUSZEICHNUNGEN AM INSTITUT	8
<b>2 FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN AM INSTITUT IWAR</b>	<b>31</b>
2.1 FACHGEBIETSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN	32
2.2 FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK	35
2.3 FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE	45
2.4 FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG	60
2.5 FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT	66
2.6 FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE	94
2.7 FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ	105
<b>3 LEHRANGEBOT AM INSTITUT IWAR 2022</b>	<b>112</b>
3.1 LEHRANGEBOT IM BACHELORSTUDIUM	112
3.2 LEHRANGEBOT IM MASTERSTUDIUM	113
3.3 INTERDISZIPLINÄRE LEHRVERANSTALTUNGEN	116
3.4 VGU MASTERSTUDIENGANG „WATER TECH“	117
<b>4 ABGESCHLOSSENE PROMOTIONEN AM INSTITUT IWAR</b>	<b>117</b>
<b>ANHANG</b>	<b>122</b>

## 1 Institut IWAR

Das Institut IWAR setzte sich bis Ende 2022 zusammen aus den Fachgebieten Abwassertechnik, Wasser und Umweltbiotechnologie, Raum- und Infrastrukturplanung, Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Umweltanalytik und Schadstoffe sowie dem Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz. Das Institut ist eines von 15 Instituten am Fachbereich 13 „Bau- und Umweltingenieurwissenschaften“ der Technischen Universität Darmstadt.

### 1.1 Organisation des Instituts

Das Institut wird durch ein Direktorium geleitet, welches sich aus den Professorinnen und Professoren sowie je einer Vertretung der wissenschaftlichen Mitarbeitenden, der sonstigen Mitarbeitenden und der Studierenden zusammensetzt. Den Vorsitz übernimmt der Geschäftsführende Direktor, welcher in der Regel für zwei Jahre gewählt wird. Der Geschäftsführer setzt die vom Direktorium gefassten Beschlüsse um und vertritt den Geschäftsführenden Direktor.

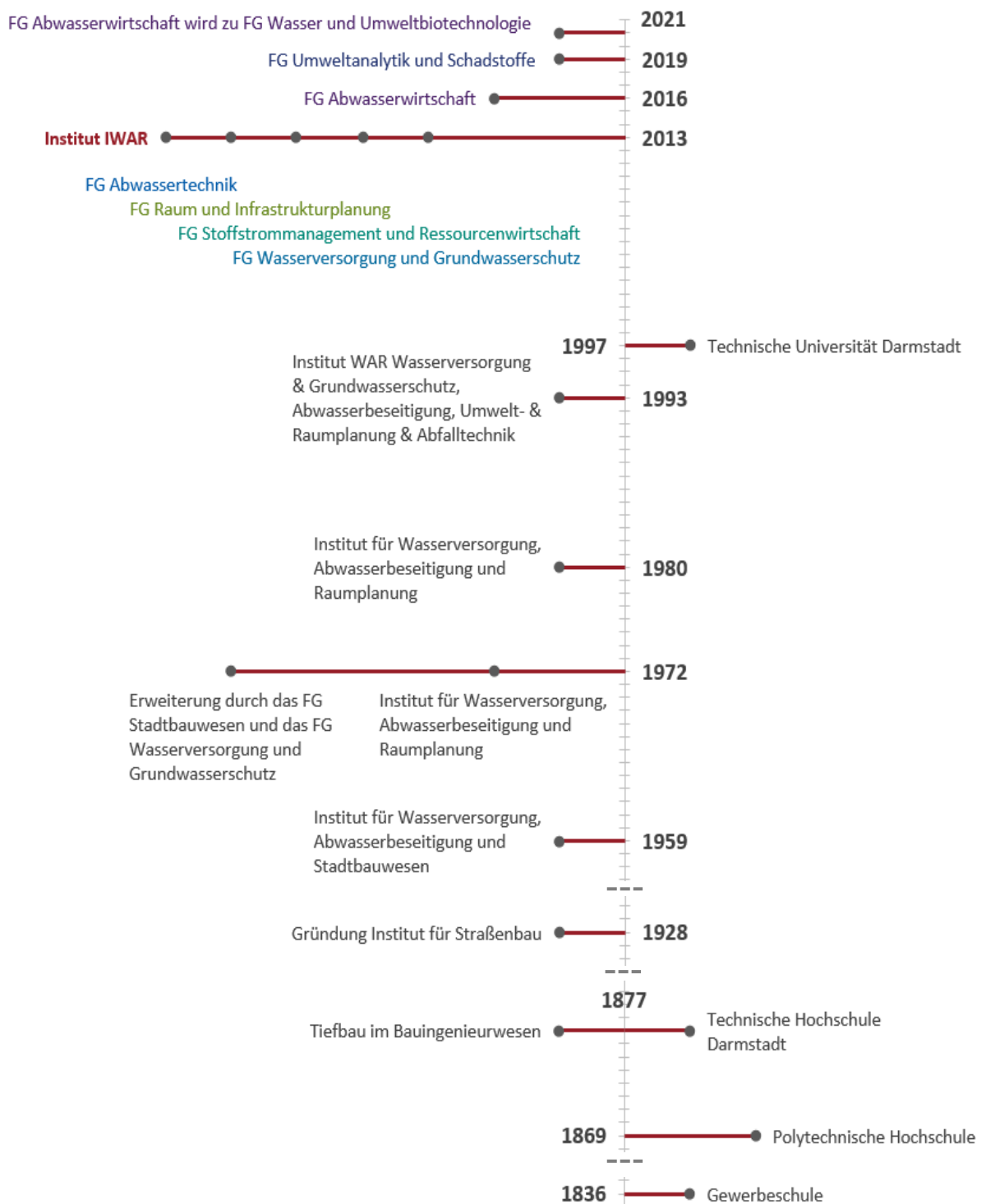
Institut IWAR		
	Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart Geschäftsführender Direktor	Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wagner Geschäftsführer
Abwassertechnik Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart	Wasser und Umweltbiotechnologie Prof. Dr. Susanne Lackner	Raum- und Infrastruktur- planung Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke (kommiss. Leitung)
Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek	Umweltanalytik und Schadstoffe Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze	Wasserversorgung und Grundwasserschutz Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban
Zentrale Einrichtungen Lehrlabor Forschungslabor Mikrobiologisches Labor Werkstatt	Technikums- und Versuchsanlagen Forschungsfeld Kläranlage Darmstadt-Eberstadt. Abfalltechnische Versuchshalle.	Förderverein des Instituts  Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Nobert Jardin Geschäftsführer Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel

Neben den sechs Fachgebieten verfügt das Institut über ein eigenes Forschungslabor und ein separates Lehrlabor für ein breites analytisches Spektrum zur Begleitung von Forschungsprojekten, Abschlussarbeiten und Lehre. Dem Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie ist ein mikrobiologisches Labor angeschlossen. Die angeschlossene Werkstatt leistet technische Unterstützung bei Auf- bzw. Umbau und Betrieb von Technikums- und Versuchsanlagen, sowohl am Institut als auch auf den externen Versuchsfeldern. Der Verein zur Förderung des Instituts IWAR der Technischen Universität Darmstadt e. V. (IWAR-Förderverein) ist ein eingetragener gemeinnütziger Verein, der sich zum Ziel gesetzt hat, Forschung und Lehre am Institut IWAR zu unterstützen.

## 1.2 Entwicklungen des Instituts

Die Technische Universität Darmstadt wurde 1836 als Gewerbeschule gegründet. Im weiteren historischen Verlauf wurde mit der Umsetzung der Gewerbeschule zur Technischen Hochschule Darmstadt 1877 der Bereich Tiefbau im Bauingenieurwesen als Schwerpunkt eingeführt. Aus diesem heraus wurde 1959 das Institut für Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Stadtbauwesen gegründet.

Das Institut IWAR trägt durch die Integration verschiedener Fachrichtungen zu erkenntnis- und praxisorientierten Lösungen sowohl fachspezifischer als auch komplexer, interdisziplinärer Aufgaben im naturwissenschaftlich-technischen und konzeptionellen Umwelt- und Gewässerschutz bei.



## 1.3 Daten und Fakten des Instituts

### Forschungsprojekte

2 Fachgebietsübergreifende Forschungsprojekte

Laufende Forschungsprojekte im

8 [FG Abwassertechnik](#)

12 [FG Wasser und Umweltbiotechnologie](#)

2 [FG Raum- und Infrastrukturplanung](#)

24 [FG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft](#)

7 [FG Umweltanalytik und Schadstoffe](#)

2 [FG Wasserversorgung und Grundwasserschutz](#)



### Personalbestand

8 Professorinnen und Professoren

1 Gastprofessorinnen und -professoren sowie Honorarprofessoren

0 Privatdozent

16 Lehrbeauftragte (inkl. promovierte WiMis mit Lehrauftrag)

47 Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

3 Stipendiaten

2 Hilfwissenschaftlerinnen und Hilfwissenschaftler mit Abschluss

6 Administrative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

9 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Labor und in der Werkstatt

### Studierendenzahlen Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

926 Immatrikulationen im Bachelor WS 2022/2023

794 Immatrikulationen im Master WS 2022/2023



## 1.4 Aufgabenfelder und Zusammenarbeit der Fachgebiete

Durch eine im deutschsprachigen Raum einmalige Zusammensetzung von verschiedenen Fachdisziplinen trägt das Institut IWAR zur wissenschaftlichen und praktischen Lösung besonderer Aufgabenstellungen bei. Das Institut IWAR und seine sechs Fachgebiete setzen ihre gebündelte Kompetenz sowohl in gemeinsamen Forschungsprojekten als auch in der Lehre ein. Die Angegliederte Werkstatt sowie Labor- und Versuchseinrichtungen unterstützen das Institut bei praktischen und analytischen Problemstellungen.

2022 arbeitete das Institut an zwei **gemeinsamen Forschungsprojekten** (siehe Kap. 2.1). Das Forschungsprojekt RePhoRM beschäftigt sich mit Konzepten zur technologischen und strategischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammmaschen im Rhein-Main-Gebiet. Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Implementierung eines Systems zur SARS-CoV-2-Überwachung im Abwasser als Tool zur Überwachung des Infektionsgeschehens in Vietnam.

Die Schwerpunkte im **Fachgebiet Abwassertechnik** liegen in der Membrantechnik, Anaerobotechnik und der Wasserwieder- und Weiterverwendung. Es beschäftigt sich dabei mit der Verfahrenstechnik und Technologieentwicklung zur Behandlung kommunaler und vor allem industrieller Abwässer und Schlämme. Ansätze der Ressourcenrückgewinnung (Rohstoffe, Energie) und des Wasserrecyclings stehen dabei immer mehr im Fokus, um „Mehrwert“ aus Abwasser zu erzeugen. Durch die Vielfalt möglicher technologischer Lösungsansätze liegt ein Schwerpunkt der Lehr- und Forschungstätigkeit auf der Bewertung des Zusammenwirkens und den gegenseitigen Abhängigkeiten von Prozessschritten in unterschiedlichen Verfahrenskombinationen. Dazu werden angewandte Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung und Schlammbehandlung ebenso vermittelt, wie chemisch-physikalische Grundoperationen und Membrantechnik. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der Belüftungstechnik und des Sauerstoffeintrags. Versuchs- und Pilotanlagen im Technikum und auf dem Versuchsfeld des Fachgebiets in Eberstadt dienen der praxisnahen Erprobung und dem Scale-up der untersuchten Technologien.

Das **Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie** beschäftigt sich mit grundlegenden und praxisorientierten Fragestellungen der (Ab)Wasserbehandlung und Umweltbiotechnologie. Im Fokus stehen insbesondere innovative technische Lösungen für die Elimination von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) und verfahrenstechnische Ansätze für die Reduzierung von weiteren Schadstoffgruppen, wie organische Spurenstoffe und mikrobielle Kontamination. Im Fokus steht neben der Untersuchungen und Entwicklungen von neuen Technologien, wie beispielsweise membranbasierten Biofilmverfahren im labor- und halbertechnischen Maßstab, die mathematische Simulation von grundlegenden biochemischen Prozessen bis hin zu kompletten Kläranlagen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der interdisziplinären Forschung an der Schnittstelle zwischen den Ingenieurwissenschaften und der Umweltmikrobiologie. Durch den Einsatz von hochmodernen molekularbiologischen Methoden können biologische Systeme z.B. in der Abwasserbehandlung besser verstanden und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Stabilität im Betrieb nachhaltig optimiert werden.

Das **Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung** beschäftigt sich unter der kommissarischen Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke mit städtischen und regionalen Infrastruktursystemen und den damit verbundenen planerischen Herausforderungen. In

der Lehre werden planungswissenschaftliche Perspektiven auf Städte und Infrastruktursysteme sowie die Probleme einer nachhaltigen Raum- und Infrastrukturentwicklung thematisiert. Einerseits werden Kenntnisse über räumliche Entwicklungsprozesse und über aktuelle Herausforderungen der Raumentwicklung und des Städtebaus vermittelt (z.B. demografischer Wandel und klimagerechte Stadtentwicklung). Andererseits ist ein weiterer Schwerpunkt die Vermittlung von Wissen über die Entwicklung und Erneuerung von technischen Infrastruktursystemen, ihre Wirtschaftsstruktur und ihre Wechselwirkungen mit Städtebau und Raumentwicklung. Schließlich widmet sich das Fachgebiet mit seinem Angebot den globalen Umweltproblemen. Aufbauend auf einer Einführung in das System der Umweltpolitik und -planung in Deutschland werden verschiedene Handlungsfelder des planerischen Umweltschutzes beleuchtet.

Die Forschungsgegenstände im **Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft** sind die Kreisläufe von Stoffen und Materialien innerhalb der Anthroposphäre (d.h. der menschgemachten Umwelt) sowie zwischen Anthroposphäre und natürlicher Umwelt. Stoffströme in Form von Rohstoffen und Materialien sind die Grundlage der Ökonomie; gleichzeitig sind die Emissionen bestimmter Elemente und Verbindungen maßgebend für viele Umweltauswirkungen, wie beispielsweise den Treibhauseffekt, verantwortlich. Ziel der Forschung ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse für ein nachhaltiges Stoffstrommanagement zu gewinnen und einzusetzen. Diese Erkenntnisse werden bereitgestellt für die Technologieentwicklung, aber auch für langfristige Strategieentwicklungen im Bereich von Wirtschaft und Politik. Der Forschungsschwerpunkt „Kreislaufwirtschaft und Sekundärrohstoffe“ beschäftigt sich vorrangig mit der energieeffizienten Verwertung organischer und anorganischer Abfälle sowie Abfallmanagementkonzepten für Schwellen- und Entwicklungsländer. Der Forschungsschwerpunkt „Nachhaltigkeitsbewertung“ bilanziert Stoffströme und deren Umweltwirkungen mit systemanalytischen Methoden. Der dritte Forschungsschwerpunkt beschäftigt sich mit dem Thema „Umweltanalytik“.

Das **Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe** beschäftigt sich mit den chemischen und physikalisch-chemischen Prozessen sowie dem Verhalten von Schadstoffen in der aquatischen Umwelt. Die Themenfelder unterteilen sich in die Bestimmung von Schadstoffen in der aquatischen Umwelt, die Untersuchung von Transformations- und Desinfektionsprozessen sowie Machbarkeitsstudien in Zusammenarbeit mit dem IWW Zentrum Wasser und der Universität Duisburg-Essen. Bei der Untersuchung von Schadstoffen werden verschiedene chromatographische Methoden in Verbindung mit online Anreicherung verwendet. Nach dem Abbau von Schadstoffen können deren Transformationsprodukte in Einzelfällen nicht geringere, sondern verstärkte unerwünschte Moleküleigenschaften aufweisen. Die Untersuchung dieser Prozesse ist ebenfalls Bestandteil der Forschung des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe. Zusätzlich werden verschiedene Praxisprojekte der oxidativen Trink- und Abwasseraufbereitung durchgeführt. Diese Projekte beinhalten die Bewertung des Schadstoffabbaus, der Desinfektion, der Bildung unerwünschter Nebenprodukte sowie des Energieverbrauchs.

Zu den Hauptfeldern der Forschungsaktivitäten im **Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz** gehören neben dem integrierten Wasserressourcenmanagement und dem Nachhaltigkeitscontrolling die numerische Modellierung und Optimierung von Anlagen der Wasserversorgung. Aktuelle Forschungsprojekte am Fachgebiet beschäftigen sich zum Beispiel mit CFD-Modellierungen und Simulationen. Neben den nationalen Aktivitäten

ist das Fachgebiet in eine Vielzahl internationaler Forschungsprojekte und Kooperationen eingebunden. Das Fachgebiet pflegt einen regen Austausch von Wissenschaftlern mit anderen internationalen Forschungseinrichtungen und Universitäten (Bankura University, Vietnamese – German University).

Eine weitere wichtige Institution des Instituts ist der **Verein zur Förderung des Instituts IWAR e.V.**, der IWAR-Förderverein. Die Förderung erfolgt durch Publikation wissenschaftlicher Arbeiten und Veranstaltungsergebnissen sowie durch Gewährung von Stipendien und Finanzierungsbeihilfen, z.B. für den Ausbau von Forschungseinrichtungen. Der IWAR-Förderverein veranstaltet außerdem Seminare, Info-Tage, Symposien und Kolloquien, die ein wichtiges Forum für den Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis darstellen. Auf der Webseite des IWAR-Fördervereins ([www.iwar-förderverein.de](http://www.iwar-förderverein.de)) wird über aktuelle Veranstaltungen, Veröffentlichungen und offene Stellenangebote informiert.

## 1.5 Neuigkeiten, Preise und Auszeichnungen am Institut

### NEUIGKEITEN AUS DEM FÖRDERVEREIN

#### Vorsandssitzung mit Mitgliederversammlung und Ehemaligentreffen

Am 28. Oktober 2022 fand die 77. Vorstandssitzung und 25. Mitgliederversammlung des Fördervereins des Instituts IWAR im alten Bauingenieurgebäude auf der Lichtwiese statt. Auch hier war nach einer über zweijährigen Pause erstmalig wieder eine persönliche Begegnung der Teilnehmenden in Präsenz möglich. Im Anschluss an die Mitgliederversammlung wurden alte Kontakte im Rahmen des Ehemaligentreffens des Instituts aufgefrischt. Der Vorstand des Fördervereins bedankt sich bei allen Teilnehmenden für ihr Kommen. Die Geschäftsführung des Fördervereins gelobt zudem Besserung, so dass die nächste Mitgliederversammlung (und das Ehemaligentreffen) nicht erneut in den hessischen Schulferien stattfinden wird!

#### Kontaktbörse Students meet Business

Nach längerer Pause fand am 12. Juli 2022 zum vierten Mal die Kontaktbörse des IWAR Fördervereins „Students meet Business“ als Präsenzveranstaltung statt.

Nach einer Begrüßung durch den Vorsitzenden des IWAR Fördervereins, Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin, stellten sich potenzielle Arbeitgeber:innen in ungezwungener Atmosphäre vor und erläuterten in verschiedenen Vorträgen Tätigkeitsgebiete im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft. Neben den Vortragenden aus Ingenieurbüros, umwelttechnischem Anlagenbau und kommunalen Betreibern von Abwasseranlagen kamen auch Vertreter:innen der Fachschaft des Fachbereichs Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Vortrag von Herrn Prof. Dr. Jardin. (Bild: Markus Engelhart)

zu Wort und formulierten die Erwartungen der Absolvent:innen an die zukünftigen Arbeitgeber:innen. Im Anschluss an die Vorträge konnten bei Fingerfood und Getränken in kleiner Runde persönliche Gespräche geführt werden.

Aufgrund der langen „Auszeit“ der Kontaktbörse erreichte die Resonanz durch Studierende des Fachbereichs nicht ganz das Vor-Corona-Niveau. Da weiterhin ein erheblicher Bedarf an Fachkräften in der Siedlungswasserwirtschaft besteht, werden der Förderverein des Instituts IWAR und alle Beteiligten dieses Format auf jeden Fall weiterführen, um ein niedrigschwelliges Angebot zum Netzwerken und zur Kontaktpflege aufrecht zu erhalten

Das gesamte Institut bedankt sich sehr herzlich beim Förderverein für die großzügige finanzielle Unterstützung zur Anschaffung eines neuen Institutsautos sowie dem Zuschuss zum Drucken von Promotionen.

## NEUIGKEITEN AUS DEM IWAR

### IFAT 2022

Vom 30. Mai bis 03. Juni 2022 gastierte das Institut IWAR auf der IFAT in München, die Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft. Wie schon in den letzten Jahren waren die Fachgebiete Wasserversorgung und Abwassertechnik auf dem Gemeinschaftsstand Hessen/Rheinland-Pfalz vertreten und präsentierten aktuelle Projekte und Forschungsfelder. Insgesamt acht wissenschaftliche Mitarbeitende beantworteten fachkompetent fünf Tage lang Fragen rund um alle Themen zu Wissenschaft und Forschung am Institut IWAR. Dazu wurde das Social Network des Instituts gestärkt und Gelegenheit geboten mit Ehemaligen Kontakt zu halten.

Ebenfalls auf dem Gemeinschaftsstand vertreten war das Start-Up Pipe Predict, das vom Fachgebiet Wasserversorgung noch vor der Gründung bis heute unterstützt wird. Auch das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft war als Besucher und zum Netzwerken durch die wissenschaftliche Mitarbeiterin M.Sc. Tabea Hagedorn vertreten.

Zudem besuchte Herr Oliver Conz, Staatssekretär des Umweltministeriums Hessen, den Gemeinschaftsstand am „Länderabend“, um sich über aktuelle Projekte des Instituts IWAR zu erkundigen. Im Fokus standen hierbei die Projekte RePhoRM und Abwa-SARS, über die Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart den Staatssekretär eingehend informierte.

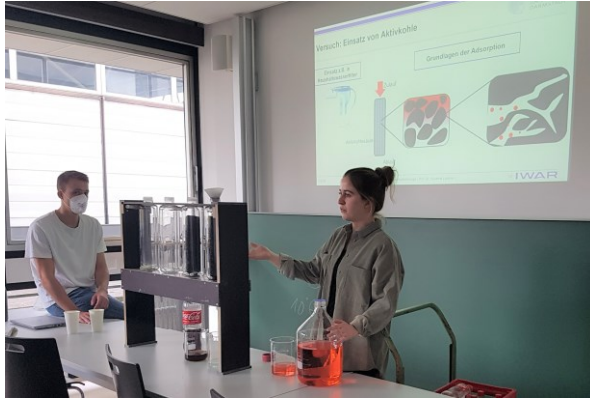


**Oliver Conz, Staatssekretär des Umweltministeriums Hessen, informiert sich bei Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart über die aktuellen Projekte am Institut IWAR (Bild: Jana Trippel)**

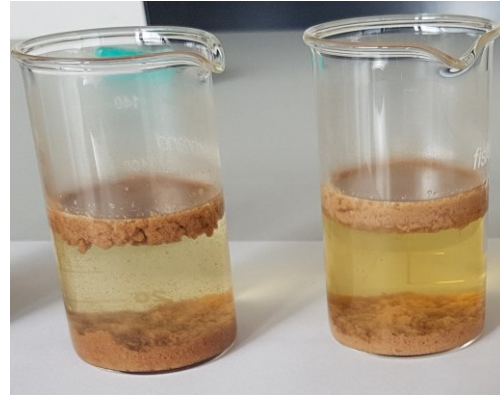
### OWO für Erstsemester: Das IWAR stellt sich vor

Die Orientierungswoche (OWO) der Studierendenschaft für Erstsemester konnte dieses Jahr wieder in Präsenz stattfinden. Bei dem von der Fachschaft organisierten Rundlauf durch die Institute des FB 13 war auch das IWAR mit fünf Stationen vertreten. Unter anderem präsentierte Frederik Kip, M.Sc. von Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz im Technikum seine Versuchsanlage zum Hydraulischen Widder – einer Pumpe, die mit Wasserkraft angetrieben wird – und sein hybrides Computermodell zur Optimierung bestehender Anlagen. Betreut durch Franziska Kirchen, M.Sc vom Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie konnten die Studierenden erste Erfahrungen mit dem Verfahren der Adsorption gewinnen und verschiedene Flüssigkeiten mittels Aktivkohle entfärben. An der Station des Fachgebietes Abwassertechnik hatte jede Gruppe die Möglichkeit, angeleitet

durch Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng., eigene Experimente zur Fällung des Farbstoffes in Coca-Cola durchzuführen und wissenschaftlich zu diskutieren.



Franziska Kirchen, M.Sc. stellt einen Versuch zum Einsatz von Aktivkohle vor. (Bild: L. Barkmann-Metaj)



Fällungs- und Flockungsversuche zur Entfärbung von Cola (Bild: L. Barkmann-Metaj)

Wir bedanken uns bei den Organisatoren der Fachschaft recht herzlich für diese gelungene Möglichkeit den Studierenden die vielfältigen Forschungsgebiete des IWAR anwendungsnah vorzustellen und freuen uns darauf die Studierenden in den Lehrveranstaltungen wiederzusehen.

#### NEUIGKEITEN AUS ABWASSERTECHNIK UND WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

##### Interner Schreibworkshop „Writing and Publishing Research Papers“

Auf Initiative des Fachgebietes AT wurde in Kooperation mit den Schreibcenter der TU Darmstadt ein zweitägiger, englischsprachiger Workshop ins Leben gerufen, welcher dazu dienen sollte den Prozess des Schreibens und Publizierens von englischsprachigen Fachartikeln im Bereich Wasser/Abwasser für wissenschaftliche Mitarbeitende am IWAR zu verbessern. Insgesamt 14 wissenschaftliche Mitarbeitende der Fachgebiete WUB und AT nahmen das Angebot wahr.

Vom 11. bis 12. Oktober 2022 brachte daraufhin Dr. Ute Hennings vom Schreibcenter den Teilnehmenden alles Wichtige zum Publikationsprozess in den fachspezifischen Journals bei. In ungezwungener, produktiver Arbeitsatmosphäre wurden interaktiv Tools zur Überwindung von Schreibblockaden erarbeitet, angewandt und an praktischen Beispielen Formulierungen und die Strukturierung von Inhalten geübt. Alles in Allem konnten sowohl frisch angestellte als auch erfahrene wissenschaftliche Mitarbeitende neue Erkenntnisse gewinnen und direkt auf Ihre aktuellen Publikationsprojekte und Pläne übertragen. Die Teilnehmenden bedanken sich sehr herzlich bei Dr. Ute Hennings für den lehrreichen Workshop und werden in Zukunft gerne auf die kostenlosen, vielfältigen Beratungsangebote des Schreibcenters zurückgreifen.

## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

### Assistent:innentreffen 2022

Vom 25. bis zum 29. August fand das 41. Assistentinnen- und Assistententreffen der deutschsprachigen siedlungswasserwirtschaftlichen Institute in Aachen statt. Gastgeber und Veranstalter war das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

Im Zuge des jährlich stattfindenden Assistententreffens wurden aktuelle Forschungsthemen der Teilnehmenden aus den Bereichen Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und -aufbereitung, Schlammbehandlung sowie Ressourcenmanagement präsentiert und diskutiert. Das Treffen bietet wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen und Doktorand:innen die Möglichkeit zum fachlichen Austausch und zur Vernetzung.

An der diesjährigen Veranstaltung nahmen ca. 50 Forschende teil. Herr Fabian-Hagen Leskow, M.Sc., M.Eng. und Herr Peter Kuhn, M.Eng. vertraten das Fachgebiet Abwassertechnik. Neben Fachvorträgen zu aktuellen Themen der Siedlungswasserwirtschaft aus der Forschung und Praxis fanden Abendveranstaltungen sowie die traditionelle Stadtrallye statt. Zusätzlich wurde die Veranstaltung durch eine Exkursion zur Trinkwassergewinnungsanlage in Eupen an einer Wesertalsperre mit integrierter Nanofiltration, einer Wanderung im Hohen Venn und einer Rhein-Rafting-Tour in Köln ergänzt.



Teilnehmer:innen des 41. Assistent:innentreffens der siedlungswasserwirtschaftlichen Institute im deutschsprachigen Raum in Aachen (Bild: Peter Kuhn)

### DPP Deutscher Phosphor Plattform

Am 13. Oktober 2022 fand in Frankfurt am Main das Forum der deutschen Phosphor Plattform (DPP) unter dem Motto „Phosphor-Recycling 2029 - Etappenziel erreicht?“ statt. In seinem Vortrag stellte Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart die Fortschritte im Projekt RePhoRM - Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe vor. Die Ergebnisse zur Schwermetallabreicherung aus Klärschlammmaschen und die geplante Pilotanlage im Industriepark Höchst wurden somit der Fachöffentlichkeit präsentiert.

In der sich anschließend Podiumsdiskussion ist Herr Engelhart kurzfristig für den leider erkrankten Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp aus Aachen eingesprungen. Hier stand er den Fragen des Moderators Dr.-Ing. Daniel Frank und des Auditoriums (inklusive Livestreamer) Frage und Antwort. Er beendete die Podiumsdiskussion mit einem Appell das Denken in Ressourcenkreisläufen zu fordern und zu fördern.



**Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart während seines Vortrags. (Bild: DPP)**

### **Exkursion im Mastermodul „Industrieabwasserreinigung“**

Am 28. Juli 2022 konnte das erste Mal seit drei Jahren wieder eine Exkursion für Studierende im Master zur Vorlesung „Industrieabwasserreinigung“ durchgeführt werden, organisiert durch Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart und Luisa Barkmann-Metaj, FG-Abwassertechnik.

Trotz mehrmaliger Terminverschiebungen haben sich über die Hälfte der Kursteilnehmer aufgemacht, um die Altpapierfabrik DS Smith in Aschaffenburg zu besichtigen. Nach einer herzlichen Begrüßung der Betreiber wurden bei kühlen Getränken und Kaffee das Unternehmen, bestehende Frischwasser- und Abwasserkonzepte und zukünftig geplante Veränderungen der Anlage vorgestellt. Im Anschluss wurden die Produktion und Abwasserbehandlungsanlage besichtigt. Dank einer vorab ausgeteilten Audioguide-Anlage konnten an allen Stationen der Führung trotz teilweise lauter Maschinengeräusche Fragen gestellt und beantwortet werden. Nach einem abschließenden Fachgespräch verabschiedeten sich die Darmstädter nach spannenden 3,5 Stunden und vielen neuen Eindrücken.



**Gruppenbild der Exkursionsteilnehmer vor dem Hauptgebäude. (Bild: Luisa Barkmann-Metaj)**

Wir bedanken uns noch einmal herzlich bei Herrn Shafiq Wali und Herrn Alexander Fried für die unkomplizierten Absprachen und gelungene Führung.



## Nanofiltration 2022

Im Rahmen des akademischen Austauschs besuchten Herr Fabian-Hagen Leskow M.Sc. M.Eng. und Herr Li M.Eng. die Nanofiltration 2022 Konferenz in Reutlingen. Veranstaltet wurde die Konferenz vom „Institute for Advanced Membrane Technology“ am Karlsruher

Institut für Technologie. In gemütlicher Atmosphäre auf der schwäbischen Alm kamen hochkarätige Forscher aus aller Welt zusammen, um Ihre Ergebnisse vorzustellen und Forschungstrends zu diskutieren. Von besonderem Interesse waren die Beiträge zu Membranmodifikationen und deren Potentiale zur Mikroschadstoffentfernung. Neben dem wissenschaftlichen Austausch, gab es ein volles Programm, wie z.B. den Besuch des Liechtensteiner Schlosses.



Herr. Fabian-Hagen Leskow M.Sc. M.Eng. und Herr Li M.Eng. beim Besuch des Liechtensteiner Schlosses. (Bild: Fabian-Hagen Leskow)

## Doktorandenseminar 2022 in Mespelbrunn

Zum Jahresabschluss versammelte sich das Fachgebiet Abwassertechnik am 01.12.2022 zu einem Doktorandenseminar in Mespelbrunn. Nach produktiven Diskussionen und Präsentationen zu den Forschungsprojekten, wurde der fachliche Austausch abends in der gemütlichen Atmosphäre des Hotelrestaurants weitergeführt.



Gruppenbild Doktorandenseminar 2022 Abwassertechnik (Bild: Luisa Barkmann-Metaj)

## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

### Digitale 55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft

Vom 9. März bis 11. März 2022 fand die 55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft digital statt.

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie war vertreten durch Frau Professor Susanne Lackner. Frau Lackner präsentierte in der Session Abwasserbasierte Epidemiologie ihren Vortrag zum Thema „Nachweis von Virus-Varianten über den Abwasserpfad – Möglichkeiten für ein Frühwarnsystem“.

Die Konferenz fand mit 800 Teilnehmer:innen statt und war für das Fachgebiet WUB gerade im Hinblick auf die vielen anderen Vorträgen und den spannenden Austausch im Bereich abwasserbasierte Epidemiologie, sehr erfolgreich.

### PharmaForum 2022, Wiesbaden

Beim PharmaForum, Pharma trifft Medizintechnik, mit dem Themenschwerpunkt *Medizin nach Corona — Neue Technologien für die Gesundheitsindustrie* am 23. März in Wiesbaden war auch das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie durch Prof. Susanne Lackner vertreten. Der Vortrag mit dem Titel „Auf den Spuren von SARS-CoV-2 in Abwasser – Entwicklungen bei der Sequenzierung von Abwasserproben“, stellte an ausgewählten Beispielen das Potential von Abwasseruntersuchungen dar. Das Land Hessen unterstützt mit mehreren Forschungsprojekten die erfolgreiche Arbeit des Fachgebiets Wasser und Umweltbiotechnologie schon seit Beginn der Pandemie 2020.



Prof. Susanne Lackner bei ihrem Vortrag (Bild: PharmaForum)

### IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies ISME18 - 18th



Dr. -Ing. Shelesh Agrawal bei seinem Keynote Vortrag. (Bild: S. Agrawal)

Vom 27. März bis 2. April 2022 fand die Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies (LET 2022) in Reno, Nevada als eine der ersten Konferenzen in Präsenz statt.

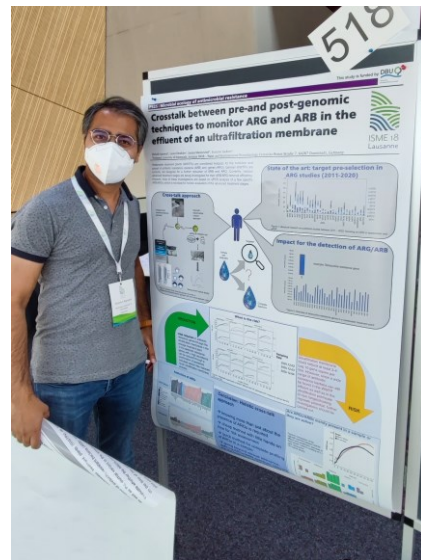
Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie war vertreten durch Dr.-Ing. Shelesh Agrawal und Dr.rer.nat. Laura Orschler. Herr Agrawal präsentierte in der Session Emerging Contaminants: Microplastics, Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCP) and Antibiotic Resistance seinen Keynote Vortrag zum Thema „Developing a holistic approach to monitor ARG and ARB in the effluent of an Ultrafiltration Membrane“.

Frau Laura Orschler präsentierte die neusten Ergebnisse zum Thema Sars-CoV 2 in ihrem Vortrag „Monitoring the temporal dynamics of Sars-CoV-2 VOC B.1.17 in Germany with genome sequencing“ in der Session Wastewater Based Epidemiology.

Die Konferenz fand mit 200 Teilnehmer:innen in Reno statt und war für das Fachgebiet WUB mit sehr vielen interessanten Diskussionen und sehr intensivem Austausch, sehr erfolgreich.

### International Symposium on Microbial Ecology

Vom 14. bis zum 19. August 2022 fand in Lausanne, Schweiz nach 4 Jahren die ISME Konferenz wieder statt. Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie war vertreten durch Dr.-Ing. Shelesh Agrawal und Janina Mattersdorf. Herr Agrawal präsentierte sein Poster mit dem Titel „Crosstalk between pre- and post-genomic techniques to monitor ARG and ARB in the effluent of an ultrafiltration membrane“ und Frau Mattersdorf ebenso ihres mit dem Titel „Impact of the diurnal variation in the resistome entering the wastewater treatment plant on the performance of an ultrafiltration membrane“. Die Konferenz fand mit rund 1.750 Teilnehmer:innen statt und war für das Fachgebiet WUB mit sehr vielen interessanten Diskussionen und intensivem Austausch sehr erfolgreich.



Shelesh Agrawal vor seinem Poster.  
(Bild: Janina Mattersdorf)

### Prof. Susanne Lackner Vizeweltmeisterin im gesteuerten Vierer

Bei den Weltmeisterschaften im tschechischen Račice gewinnt Prof. Susanne Lackner mit ihrem Team die Silbermedaille im Para Rudern.

Bei den diesjährigen Ruder-Weltmeisterschaften in Tschechien gewinnt der deutsche Para-Mixed-Vierer überraschend Silber. Mit ihrer Mannschaft gelingt Prof. Susanne Lackner ein fast perfektes Rennen und damit der erfolgreiche Abschluss einer langen Saison. Nur das Boot aus Großbritannien war wie



Siegerehrung Ruder-Weltmeisterschaft. (Bild: Susanne Lackner)

auch schon bei der EM in München im August nicht zu schlagen. Die Boote aus Frankreich, Australien, den USA und Italien konnte das deutsche Boot im A-Finale aber klar hinter sich lassen.

## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG

### Der Studiengang „Sustainable Urban Development“ feiert 10-jähriges Jubiläum

Vor 10 Jahren startete an der Vietnamesisch-German-University (VGU) in Kooperation mit der TU Darmstadt der internationale Studiengang „Sustainable Urban Development“ (SUD). Als Joint-Degree-Master wird SUD auch seit 2019 in Darmstadt angeboten und erfreut sich hierzulande zunehmender Beliebtheit. In dem sehr praxisnahen Studiengang werden Fachwissen und Kompetenzen für eine integrative, inklusive sowie nachhaltige städtebauliche Entwicklung vermittelt.



Aktueller SUD-Jahrgang auf der 10 Jahres Feier in Vietnam (Bild: Benjamin Kraff)

Am 20. Oktober hat die VGU SUD-Studierende, SUD-Alumnis sowie Prof. Linke und sein Team zur 10-Jahres-Feier nach Ho Chi Minh Stadt eingeladen. In sehr festlichem Ambiente wurde Rückblick auf die bereits dreizehnjährigen Aktivitäten zum Aufbau des Studiengangs geben und das zehnjährige Bestehen mit leckeren vietnamesischen Köstlichkeiten und einem bunten Programm gefeiert. So haben im Rahmen eines Hackathons Studierende innovative Lösungen der Stadtentwicklung gepitcht, gerappt oder gesungen. Des Weiteren haben Studierende auf der Bühne den selbst geschriebenen SUD-Song gesungen. Professor\*innen, Lehrende und andere Mitarbeitende wurden vorgestellt und für Ihre langjährige Unterstützung ausgezeichnet. Vor allem aber sind viele Gespräche unter Studierenden verschiedenster Nationen und Jahrgänge mit Lehrenden und Professor\*innen entstanden, die das widerspiegeln, was das Programm auszeichnet: Interkultureller Austausch für eine gemeinsame Zielsetzung: Sustainable Urban Development.

### Vorträge auf der 8. Internationalen Konferenz für nachhaltige Stadtentwicklung in Ho Chi Minh City

Mit drei Vorträgen konnte die TU Darmstadt bzw. das Fachgebiet die durch die Vietnamesisch-German University angebotene 8. Internationale Konferenz für nachhaltige Stadtentwicklung unter dem Thema „Innovative and inclusive growth models for sustainable urban development“ fachlich bereichern. Christoph Merkelbach führt als Keynote-Speaker der TU Darmstadt in das Thema „Linguistic Landscaping and its impact on sustainable urban development“ ein. Audrey Bourgoin erläuterte ihre aktuellen Forschungsergebnisse zur Implementierung von Klimaanpassungsstrategien in mittelgroßen Städten in Deutschland. Benjamin Kraff zeigte seine Erkenntnisse zur Einfluss von städtischen Mobilitätskonzepten auf den sozio-technischen Transformationsprozess in europäischen Großstädten auf.



Vortrag von Benjamin Kraff  
(Bild: Dr. Christoph Merkelbach)

## Folgebeauftragung von Hessen Mobil: Entwicklung von Klimaanpassungsstrategien für Verkehrsinfrastrukturen

Um die hessischen Klimaziele zu erreichen, wurde im März 2017 der Integrierte Klimaschutzplan Hessen 2025 beschlossen. Die darin enthaltene Maßnahme V 22 hat explizit die Erhöhung der Resilienz der hessischen Straßenverkehrsinfrastruktur gegenüber den negativen Auswirkungen des Klimawandels zum Ziel. Die Bearbeitung dieser Maßnahme erfolgt als Kombination aus einem wissenschaftlich geprägtem Grundlagengutachten und einer Handlungshilfe für Hessen Mobil zur Entwicklung des Schwerpunktprogramms „Klimaanpassung an Landesstraßen“.



Hessische Landesstraße (Bild: Benjamin Kraff)

In dem im letzten Jahr durchgeführten Grundlagengutachten wurden die durch Veränderungen der Klimagrößen Temperatur, Niederschlag und Wind auftretenden Gefahren für die von Hessen Mobil verwaltete Verkehrsinfrastruktur systematisch aufbereitet. Dabei wurde auch der Einfluss der wichtigsten räumlichen Gegebenheiten (Topografie, Bodentypen und -arten sowie Landnutzung) berücksichtigt. Darauf auf-

bauend wurden die für das Landesstraßennetz von Hessen Mobil relevanten Bauwerke zusammengetragen und die Auswirkungen der klimatischen Einflüsse auf diese analysiert.

Die Gefährdungsanalyse hat gezeigt, dass einheitlichen Maßnahmen zur Gefährdungsminimierung auf Landesstraßen weder auf Landesebene noch auf Klimaregionsebene möglich sind. Stattdessen muss jedes Bauwerk auf seine individuelle Gefährdung geprüft und geeignete Maßnahmen zu deren Minimierung bestimmt werden.

Das Ziel des Folgegutachtens ist es, Anpassungsstrategien gegenüber Klimaveränderungen zu entwickeln, welche sich auf die unterschiedlichen Bauwerke im System der hessischen Straßenverkehrsinfrastrukturen anwenden lassen. Um konkrete Handlungsempfehlungen formulieren zu können bedarf es der Expertise von Expert\*innen aus den verschiedenen Bereichen des Straßenverkehrssektors, welche mit Hilfe von Interviews abgefragt und anschließend in das Gutachten integriert wird. Auf diese Art und Weise soll das Gutachten einen greifbaren Beitrag zur Erhöhung der Resilienz in Planung, Bau, Erhaltung, Unterhaltung und Betrieb liefern.

## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

### Alice Lopes wurde mit dem Hans Roth Umweltpreis 2021 ausgezeichnet

Die Mitarbeiter:innen des Fachgebiets SuR und des Instituts IWAR gratulieren ihrer Kollegin, der wissenschaftlichen Mitarbeiterin Dr. techn. Alice do Carmo Precci Lopes, herzlich zu der Auszeichnung ihrer Dissertation mit dem Hans Roth Umweltpreis 2021. Dr. techn. Alice Lopes hat ihre Dissertation "Mechanical pretreatment of residual waste for co-digestion in wastewater treatment plants" an der Universität Innsbruck zwischen 2017 und 2021 unter Betreuung der ehemaligen Mitarbeiterin des Instituts IWAR, Prof. Anke Bockreis, durchgeführt. In ihrer Dissertation untersuchte Dr. techn. Alice Lopes die Gewinnung von biogenen Stoffen aus Siedlungsabfällen für die Co-Vergärung mit Klärschlamm auf Kläranlagen.

Die Verleihung fand am 15. Februar 2022 im Rathaus Wien statt. In einem Artikel des Unternehmens Saubermacher, welche den Preis für die Nachwuchswissenschaftler:innen stiftet, finden Sie weitere Informationen und Impressionen zur Preisverleihung und zu den Preisträger:innen.



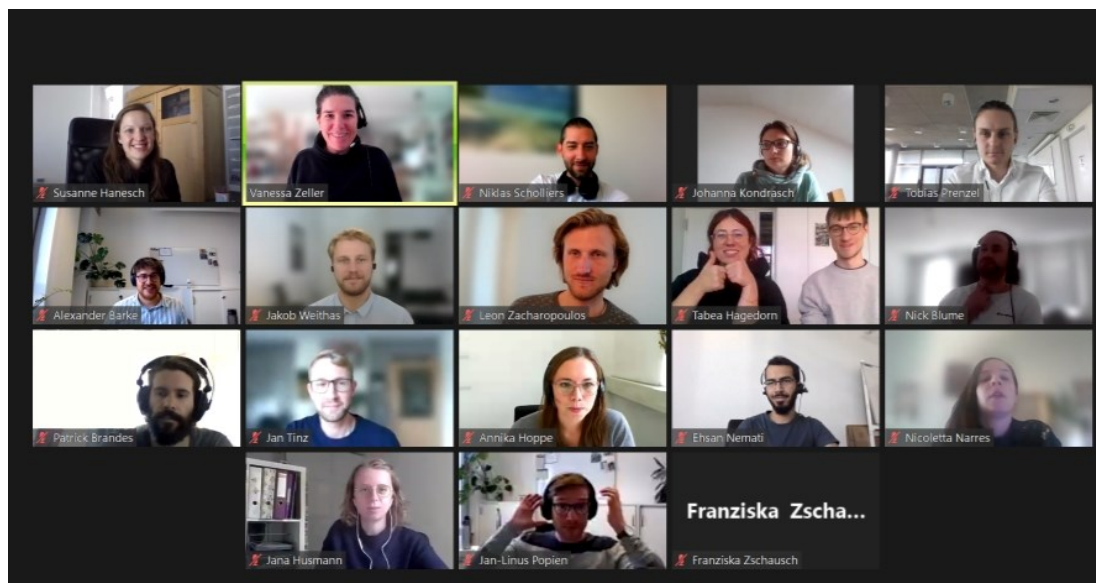
**Hans Roth (Saubermacher Gründer), Nina Abrahamczik (Gemeinderätin Stadt Wien), Alice do Carmo Precci Lopes und Anke Bockreis (Professorin Universität Innsbruck).** (Bild: Saubermacher / Peroutka)

### Ökobilanzwerkstatt 2022

Unter dem Motto „Ökobilanz und nachhaltiges Wirtschaften von morgen? Rohstoffe – Ressourceneffizienz – Kritikalität“ hat die 17. Ökobilanzwerkstatt (ÖBW) am 21. und 22. September 2022 als digitale Konferenz stattgefunden.

Die ÖBW ist eine jährlich stattfindende Konferenz, die unter der Schirmherrschaft des Fachgebiet SuR in Kooperation mit verschiedenen Instituten ausgetragen wird – diesem Jahr vom Fachgebiets SuR selbst. Sie richtet sich an Doktorand:innen und Early Career Researcher, die auf dem Gebiet der Lebenszyklusanalyse (Ökobilanz, Life Cycle Assessment) forschen oder Lebenszyklusanalysen für angewandte Fragestellungen einsetzen. Die ÖBW bietet den Nachwuchsforscher:innen Gelegenheit, ihre aktuellen Forschungsarbeiten ausführlich zu präsentieren und zu diskutieren. In diesem Jahr wurden zwanzig spannende Arbeiten aus den Themenbereichen Energiesysteme und Verkehr, Corporate GHG Accounting sowie Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft vorgestellt. Darüber hinaus gab es zwei Sessions, in denen Arbeiten zum prospektiven Life Cycle Assessment sowie zur Methodik und Tool-Entwicklung vorgestellt wurden.

Niklas Scholliers, Julian Baehr und Tabea Hagedorn haben als Mitarbeiter:innen des Fachgebiet SuR an der diesjährigen ÖBW teilgenommen und haben Beiträge zur Evaluierung thermischer Aquiferspeicher, zur Verbesserung der Datenbasis für Produkt- und Unternehmens-Treibhausgasbilanzen und zu den Möglichkeiten der Datenqualitätsanalyse in der Ökobilanz präsentiert. Mit dem Eröffnungsbeitrag von Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek sowie den Keynotes von Prof. Guido Sonnemann (Université de Bordeaux) zur Kritikalität von Rohstoffen, von Hans-Jürgen Garvens (UBA) zur Kohlenstoffnutzung in der Industrie und von Dr. Sc. Vanessa Zeller (SuR) zur Bewertung der zirkulären Bioökonomie wurden Impulse für die anschließenden Diskussionen gesetzt. Durch das meet & connect Programm hat die Veranstaltung auch im digitalen Format zur Netzworkebildung und zum persönlichen Erfahrungsaustausch beigetragen.



Teilnehmer:innen der ÖBW 2022. (Bild: FG SuR)

### SETAC Europe 25th LCA Symposium

Das 25. LCA-Symposium der SETAC Europe wurde vom 12. bis 14. Oktober 2022 virtuell von der Technischen Universität Darmstadt - Lehrstuhl für Stoffstrommanagement und Ressourcenökonomie - abgehalten und umfasste zweieinhalb Tage mit spannenden Diskussionen und Erfahrungsaustausch zum übergreifenden Thema "Die Rolle der Ökobilanz in der Rohstoffnachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Kritikalität".

Das Symposium bot inspirierende tägliche Eröffnungsvorträge wie Karel Van Acker, KU Leuven; Liselotte Schebek, TU Darmstadt; und Hans J. Garvens, Umweltbundesamt, gefolgt von spannenden Keynotes, mündlichen Präsentationen und Poster Breakout Sessions in den Bereichen Energietechnologien und Energiesysteme, Ressourceneffizienz in der Produktion, Kreislaufwirtschaft, Bioökonomie und Transformationspfade. Das Symposium bot auch zwei Seminare an: "The Role of LCA in Material Sustainability" mit Guido Sonnemann, Universität Bordeaux, und "LCA and Planetary Boundaries" mit Anders Bjørn, Technische Universität Dänemark.

## Ugandische DAAD-Forschungsstipendiatin am FG SuR

Vom 01. April bis zum 31. Juli 2022 ist die Uganderin Florence Muheirwe als DAAD-Forschungsstipendiatin an der TU Darmstadt im Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) tätig. Zurzeit promoviert sie an der Ardhi University, Dares Salaam in Tansania, im Bereich der Analyse der gebauten Umwelt. Nach ihrem Bachelor-Abschluss in Erwachsenen- und Gemeinschaftsbildung an der Makerere-Universität in Uganda, begann sie ihren Master of Arts in Entwicklungsstudien an der Universität Dar es Salaam, Tansania. Ihr derzeitiges Dissertationsthema behandelt die Verknüpfung von Abfallentsorgungspolitik und -praxis in den informellen Siedlungen in Uganda.



Florence Muheirwe. (Bild: Florence Muheirwe)

Während des viermonatigen Forschungsaufenthalts beabsichtigt sie eine Publikation zu verfassen, die zu den Veröffentlichungen ihrer Doktorarbeit beiträgt. Eine der Veröffentlichungen mit dem Titel „The paradox of solid waste management: A regulatory discourse from Sub Saharan Africa“ wurde bereits in Habitat International veröffentlicht. Während des Aufenthalts wird sie einige Sortier- und Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland besuchen. Dadurch erhofft sie sich „eine bereichernde Erfahrung, die mich mit mehr Wissen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft ausstattet“. Die interessierte Uganderin möchte während ihres Aufenthaltes in Darmstadt neben der Abfallwirtschaft insbesondere die deutsche Kultur und die deutsche Lebensweise kennenlernen. Sie sagt: „Ich bin unendlich dankbar, dass das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft mir ermöglicht diesen Forschungsaufenthalt in Darmstadt zu absolvieren.“ Wir sagen: Wir freuen uns, dass sie bei uns ist.

## Biotec2Future: Praxisorientierter Workshop für marokkanische Studierende in Tétouan (Marokko)

Die Ausbildung von fachlich hochqualifiziertem Personal in Marokko und der Elfenbeinküste ist kein Garant, dass Studienabsolvent:innen eine schnelle Anstellung in der Industrie, Wissenschaft oder auch der öffentlichen Hand finden. Hierfür benötigt es die Kooperation mit der Industrie, Gesellschaft und Politik. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des vom DAAD geförderten Projektes Biotec2Future ein praxisorientierter Workshop namens “Perspectives of circular economy & biotechnologies in Africa” für marokkanische Masterstudierende der Partneruniversität Abdelmalek Essaadi organisiert. Am 9. und 10. November 2022 hat dieser Workshop an der selbigen Universität in Tétouan Marokko stattgefunden. Bei diesem Workshop nahmen neben Projektverantwortlichen des Fachgebiets SUR und Projektpartnern aus Marrakech und der Elfenbeinküste auch über 50 Personen, darunter Expert:innen aus der Wissenschaft, Unternehmen, Vertreter:innen der öffentlichen Hand und Studierende überwiegend aus Marokko teil. Auch zwei Experten aus Deutschland wurden eingeladen, um Vorträge vor Ort zu halten. Insgesamt wurden in 15 Vorträgen Ideen, Ergebnisse, Technologien und bewährte Praktiken über die Kreislaufwirtschaft und Biotechnologien zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in Afrika präsentiert und



anschließend im Plenum diskutiert. Die marokkanischen Studierenden konnten auf dem Workshop Einblicke in diverse Themengebiete der Bioökonomie sowie Kreislaufwirtschaft erhalten. Zudem nutzten viele die Chance nach zwei Jahren Pandemie sich mit potenziellen Arbeitgeber:innen zu vernetzen.



**Eröffnungsrede des Präsidenten der Gastgeberuniversität Abdelmalek Essadi (v. l. n. r.: Prof. Abdelatif Moukrim (Dekan), Prof. Bouchta Moumni (Universitätspräsident), Prof. Mostafa Stitou (Director ENSA, Projektpartner in Biotec2Future), Alessio Campitelli, M.Sc. (Projektkoordinator Biotec2Future)) (Bild: unbekannt)**



**Gruppenfoto der Teilnehmenden des Workshops in Tétouan (Bild: unbekannt)**

## Nachruf – Iris Kohler

Unsere geschätzte Kollegin Iris Kohler ist am 11. Februar 2022 verstorben.

Iris Kohler war seit 2012 als Sekretärin am Institut IWAR tätig, zunächst am Fachgebiet Abfalltechnik unter der Leitung von Prof. Dr. Johannes Jager und seit 2013 am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft unter der Leitung von Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek. Mit dieser Tätigkeit ist für Iris Kohler, so sagte sie selber, ein Traum in Erfüllung gegangen: an einer Universität arbeiten und wirken zu können, in einem Team mit Studierenden, wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen, Professor:innen und Kolleg:innen in den anderen Sekretariaten, im Labor und in der Werkstatt. Diese Freude und Verbundenheit mit ihrem Beruf haben wir in der Zusammenarbeit mit Iris Kohler täglich spüren können. Mit ihrer hohen fachlichen Sachkunde, mit Engagement, Zuverlässigkeit, Gewissenhaftigkeit und Hilfsbereitschaft hat sie uns immer effektiv unterstützt und war eine hoch kompetente Leiterin des Sekretariats.

Über ihre fachliche Qualifikation hinaus hat Iris Kohler aber vor allem als Mensch unser Team bereichert und geprägt. Kern ihrer Persönlichkeit ist das aufrichtige Interesse an ihren Mitmenschen, zusammen mit einer optimistischen und frohen Sicht auf das Leben. Als aufmerksame und einfühlsame Zuhörer:in und durch ihre zukunfts-gewandte Art hat sie vielen von uns schon einmal Zuversicht in schwierigen Situationen gegeben und auch über den universitären Kontext hinaus Anteil genommen am Arbeiten und Leben. In Iris Kohler hatten wir auch eine wohlwollende Kollegin, die in ihren Mitmenschen besondere Eigenschaften erkannte und ihre Wertschätzung dafür gerne und oft zum Ausdruck brachte. Iris Kohler hat damit eine besondere Warmherzigkeit in unser Fachgebiet getragen, für die wir ihr dankbar sind.

Im Juli letzten Jahres hat uns Iris Kohler über die Diagnose einer schweren Erkrankung informiert, auf Grund derer sie innerhalb weniger Tage ihren geliebten Arbeitsplatz verlassen musste. Trotz einer Prognose mit schlechten Heilungschancen hat Iris Kohler diese Nachricht mit der Hoffnung auf ein Wiedersehen am Fachgebiet verbunden. Viele von uns haben auch in Gesprächen während ihrer Behandlung erlebt, dass sie mit Zuversicht und Mut in die Zukunft geschaut hat. Die gemeinsame Hoffnung, dass Iris Kohler bald wieder ans Fachgebiet zurückkehren würde, blieb leider unerfüllt. Die Nachricht von ihrem Tod hat uns unerwartet und tief getroffen.



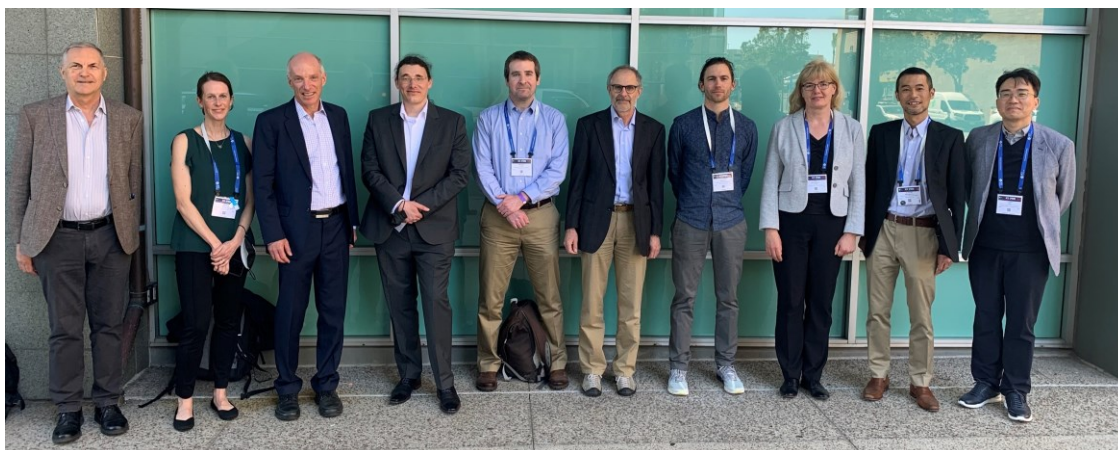
**Iris Kohler (Bild: Hahn + Hartung)**

Wir sind sehr traurig, denken an Iris Kohler und werden sie in froher Erinnerung behalten. Unsere Anteilnahme gilt ihrer Familie.

## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE

### Besuch der ACS Spring in San Diego

Vom 20. März bis 23. März 2022 fand die diesjährige ACS Spring Tagung statt, die mit mehr als 6.000 internationalen Teilnehmern nach zwei Jahren Pandemie überwiegend in Präsenz stattfand. In der Environmental Division wurden Ehrensymposien mit hochkarätigen wissenschaftlichen Beiträgen für Sylvio Canonica und Urs von Gunten durchgeführt. Urs von Gunten erhielt den prestigereichen National Award „Creative Advances in Environmental Science and Technology“ und zusammen mit sieben weiteren Wissenschaftlern hatte Prof. Dr. Holger V. Lutze die ehrenvolle Aufgabe als Redner der Award Session den wissenschaftlichen Rahmen dieser Auszeichnung mitzugestalten.



Gruppen Bild vor der Award Session zum „Creative Advances in Environmental Science and Technology“ Award für Urs von Gunten. Von links nach rechts: Sylvio Canonica, Christi Remucal, David Sedlak, Holger Lutze, Michael Dodd, Urs von Gunten, Carsten Prasse, Christa McArdel, Daisuke Minakata, Yunho Lee. (Bild: Carsten Prasse)

### Workshop Pusan University

Am 27. Januar wurde Prof. Dr. Holger Lutze zu einem Vortrag an der Pusan University eingeladen und gab ein 45-minütiges Seminar mit dem Titel Oxidation Processes – Effects of the Water Matrix. Dabei hat Prof. Dr. Holger Lutze jungen Wissenschaftlern sowohl den aktuellen Stand der Forschung als auch innovative wissenschaftliche Methoden zur Aufklärung von Reaktionsmechanismen dargebracht.

Auf der Basis dieses Treffens ist die Etablierung gemeinsamer Lehrveranstaltungen in einem virtuellen Format geplant.

#### Take-home messages

1. Create a basis, overthink the reaction mechanism before experimental design
2. Kinetics is the key to access reaction kinetics
  - Identify most important reactions
  - Control the reactions under study
  - Dose of all reagents have to be justified by kinetic calculations (dose of oxidant, photosensitizer, scavenger, compound under study)
4. When the kinetic basis is set up and the mechanism understood more complex investigations can be made
  4. Product analysis
  5. Matrix effects
  6. etc.



IWAR



In einem gemeinsamen Seminar diskutieren u. a. Prof. Lutze (TU Darmstadt) und Prof. Hwang (Pusan National University) über die neusten Erkenntnisse im Bereich der Oxidativen Wasseraufbereitung (Bild: Pusan National University, I. Hwang)

## Wasser 2022

Vom 23. Mai 2022 bis 25. Mai 2022 fand die Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft in einem virtuellen Format statt. Mehr als 200 Wissenschaftler und Anwender diskutierten in elf Themenblöcken zur **Aufbereitung, Analytik, Mikrobiologie, Mikroplastik, Digitalisierung, Wasserchemie** und **Klimawandel** und behandelten dadurch aktuelle Themen zum Wasser und dessen Bewirtschaftung. Nach vielen Jahren „Wasser on Tour“ unter der Leitung des ehem. Vorsitzenden der Wasserchemischen Gesellschaft Prof. Torsten Schmidt, wurde 2022 die erste Tagung des neu gewählten Vorstandsvorsitzenden Prof. Thomas Ternes durchgeführt.

Ab 2023 soll die Wasser-Tagung wieder in Präsenz stattfinden und damit der wichtige, lang vermisste persönliche Austausch gepflegt werden können. Dabei ist als Tagungsort **Augsburg** geplant.



Wasser on Tour, die Zeit der blauen Polohemden mit den angedruckten Stationen vergangener Wassertagungen. Torsten Schmidts treues Helferteam, stand ihm in seiner Zeit als Vorsitzender viele Jahre treu zur Seite und ist ihm weiterhin eng verbunden (Bild: ©Wasserchemische Gesellschaft, S. Abdi)

## UAS besucht die MICROPOL 2022

Nach zwei Jahren Corona-bedingter Zwangspause, fand in diesem Jahr endlich die „12<sup>th</sup> Micropol & Ecohazard Conference 2022“ mit über 300 Teilnehmern statt. In der Zeit vom 06. Juni 2022 bis 10. Juni 2022 kamen Wissenschaftler aus der ganzen Welt nach Santiago de Compostela (Spanien) um über die neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse in Bezug auf Mikroschadstoffe zu berichten. Im Fokus standen dabei vor allem die Themen Mikroplastik, Antibiotikaresistenzen und oxidative Prozesse. Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe war in diesem Jahr durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter Ph.D. Cheolyong Kim, Sajjad Abdigahroudi, M.Sc. und Mischa Jütte, M.Sc. zahlreich vertreten. Ph.D. Cheolyong Kim



Mitarbeiter des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe bei Micropol. (Bild: Sajjad Abdi)

hielt einen Vortrag mit dem Titel „Kinetics and stoichiometry of bromide oxidation in heat-activated persulfate process“. Sajjad Abdighahroudi, M.Sc. hielt ebenfalls eine Präsentation mit dem Titel “Kinetics of nitrogen-containing micropollutants removal in  $\text{ClO}_2$  pre-oxidation of surface water and degradation kinetics”. Schlussendlich präsentierte Mischa Jütte, M.Sc. seine Arbeiten zu dem Thema “Reaction of chlorine dioxide with amino acids – Insights in water disinfection mechanisms“. Die nächste Micropol findet im Jahr 2024 in Taiwan statt.

### Forum Wasseraufbereitung

Am 12. Oktober 2022 fand das Forum Wasseraufbereitung in Karlsruhe im TZW statt. Auf dieser Fachtagung präsentierten Dr. Oliver Happel und Prof. Dr. Holger Lutze einem gemeinsamen Vortrag zu den Aktivitäten des DVGW und der Wasserchemischen Gesellschaft vor. In Zukunft soll die Zusammenarbeit zwischen Wasserchemischen Gesellschaft und DVGW verstärkt werden. Dazu wird der neue Fachausschuss „Klimawandel und Wasser 4.0“ gegründet, der sowohl von einem Vertreter der Wasserchemischen Gesellschaft (Holger Lutze) als auch einem Vertreter des DVGW geleitet werden wird. Das Forum Wasseraufbereitung wurde nach langer Zeit wieder in Präsenz durchgeführt und die Teilnehmer genossen den persönlichen Kontakt und Austausch untereinander.



www.dvgw-forum.de

## Trends und Bedarfe im Bereich der Trinkwasserüberwachung?

Ein Blick in die analytische Glaskugel des Kompetenznetzwerks Wasserchemische Gesellschaft & DVGW

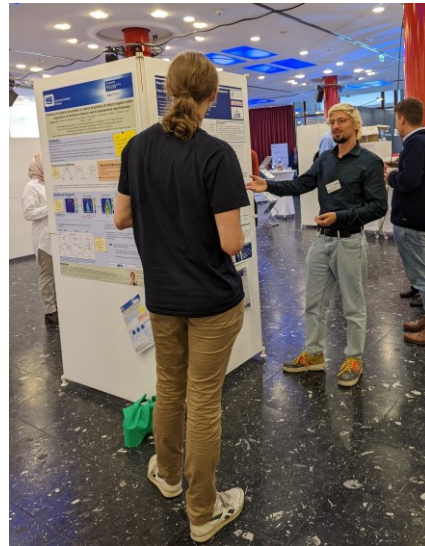
Prof. Dr. Holger Lutze,  
Dr. Oliver Happel

20. Forum Wasseraufbereitung, 12. Oktober 2022

Gemeinsamer Vortrag von Dr. Oliver Happel und Prof. Dr. Holger Lutze auf dem Forum Wasseraufbereitung am 12. Oktober 2022 (Bild: Oliver Happel)

## MWAS 2022

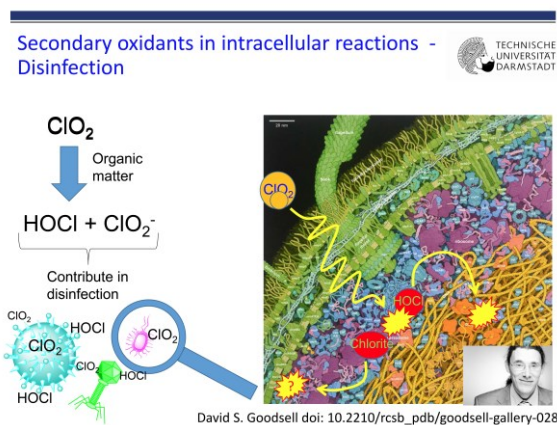
Vom 14. bis 15. September 2022 fand die fünfte Ausgabe des „Mülheimer Wasseranalytischen Seminars“ (MWAS 2022) in Mülheim an der Ruhr statt. Thematisch standen die Trinkwasseranalytik, Spurenstoff-Monitoring (PFAS / PMT), Bewertung von Analyseergebnissen sowie molekularbiologische Methoden im Vordergrund. Das Fachgebiet wurde durch Mischa Jütte, M.Sc. vertreten. Er präsentierte sein Poster zum Thema der Reaktionsmechanismen von Phenolen mit Chlordioxid.



Hier erklärt Mischa Jütte, M.Sc. (Mitte) einem interessierten Zuhörer seinen aktuellen Forschungsstand. (Bild: Mischa Jütte)

## WT Seminar am Eawag

Am 23. September wurde Prof. Dr. Holger Lutze von Urs von Gunten als Vortragender zu einem Seminar zur Eawag eingeladen (das Wasserforschungsinstitut der ETH). Prof. Dr. Holger Lutze präsentierte neue Erkenntnisse beim Einsatz von Chlordioxid welches in der Trinkwasseraufbereitung zur sekundären Desinfektion verwendet wird und weltweit auch zur Voroxidation und primärer Desinfektion eingesetzt wird. Prof. Dr. Holger Lutze zeigte die intrinsische Bildung von freiem Chlor bei der Reaktion von Chlordioxid mit organischem Material und verschiedenen phenolischen Strukturen auf. Er verdeutlichte die damit zusammenhängenden Synergien (Verbesserung der Desinfektion und des Schadstoffabbaus) und Nachteile (größeres Spektrum an möglichen Desinfektionsnebenprodukten).



Rolle der Bildung freien Chlors in der Desinfektion (Bild: Holger Lutze)

### Besuch von der Partneruniversität (Water Institute UTSA) an der TU Darmstadt

Vom 2. bis 3. August besuchte Prof. Dr. Saugata Datta von der University of Texas at San Antonio (UTSA) die TU Darmstadt. Er ist der Direktor des „Institute of Water Research Sustainability and Policy (IWRSP)“ an der dortigen Partneruniversität. Diese Forschungseinrichtung zeichnet sich durch ihr breites Forschungsspektrum aus und forscht zu Themen wie Wasserqualität und damit verbundene Infektionskrankheiten und (nachhaltiges) Wassermanagement unter Berücksichtigung politischer, gesellschaftlicher und geographischer Gesichtspunkte.

Während des zweitägigen Treffens lernte Prof. Datta den Forschungsschwerpunkt zum Themengebiet Wasser und das Institut IWAR an der TU Darmstadt näher kennen. Der Besuch wurde von Prof. Dr. Christoph Schüth, Prodekan des Instituts für Angewandte Geowissenschaften und Leiter des Fachgebietes Hydrogeologie, sowie Prof. Dr. Holger Lutze, Leiter des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe, fachlich betreut. Prof. Lutze stellte dabei als Leiter des Hauptausschusses „Wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen“ der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh) auch die Forschungsaktivitäten der Wasserchemischen Gesellschaft vor. Beim wissenschaftlichen Austausch ging es auch darum, gemeinsame Forschungsthemen zu identifizieren und mögliche Kooperationsprojekte auszuloten. In diesem Zusammenhang stellte auch Prof. Dr. Britta Schmalz ihr Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserwirtschaft vor und es wurden weitere Anknüpfungspunkte an die Forschungsbereiche der UTSA diskutiert.

Neben dem fachlichen Austausch stand auch die bereits bestehende Kooperation zwischen der TU Darmstadt und der UTSA auf dem Programm. Dr. Cyntia Sandes Oliveira und Julia Fitzthum vom Referat Internationale Beziehungen Overseas nahmen an der Diskussion teil.

Zu den weiteren Programmpunkten des Treffens gehörten eine halbtägige Exkursion zur Rheinwasser-Aufbereitungs- und Infiltrationsanlage in Biebesheim und ein sommerliches Abendessen im Ratskeller in Darmstadt.

Eine engere Zusammenarbeit bei den Forschungsthemen Wasser, Umwelt und Infrastruktur stand im Mittelpunkt eines Delegationsbesuchs der TU Darmstadt an der Partneruniversität University of Texas at San Antonio (UTSA). Prof. Dr. Holger Lutze vom Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe sowie Vizepräsident Jens Schneider verbrachten insgesamt drei Tage an der UTSA, wo die TU eines ihrer weltweit zwei Außenbüros unterhält. Beide Universitäten sind seit 2017 durch eine Partnerschaft verbunden, die die Kooperation im Bereich Lehre, Forschung und Third Mission/xchange fördern soll.



Besuch der Reinwasserinfiltration Biebesheim. Von links nach rechts: Daniele Caccamo (Hessenwasser), Prof. Holger Lutze (TU Darmstadt - IWAR), Prof. Christoph Schüth (TU Darmstadt - IAG), Prof. Saugata Datta (UTSA - IWRSP), Nils Michelsen (TU Darmstadt - IAG). (Bild: Sajjad Abdi)

Im Fokus der Gespräche standen der fachwissenschaftliche Austausch sowie Optionen des Ausbaus und der Vertiefung der Partnerschaft auf übergeordneter organisatorischer Ebene. Wichtige Themen waren Data Science, Cybersecurity und Artificial Intelligence. Organisiert und vor Ort begleitet wurden die Gespräche von der Leiterin des TU-Außenbüros, Enkhsaruul Seixas Brito.

Jens Schneider, TU-Vizepräsident für Transfer und Internationalisierung, freut sich über einen „gelungenen Wissenschaftsdialog“ und führt aus: „Einmal mehr bewahrheitet sich, dass die persönliche Begegnung ein echter Katalysator für Kreativität und Innovation ist. Auch unter guten Freunden.“ Prof. Dr. Holger Lutze ergänzt: „Unser dynamischer Austausch hier in San Antonio hat ganz neue Forschungsperspektiven eröffnet. Daraus könnten sich auch Möglichkeiten der wissenschaftlichen Qualifizierung für unseren Nachwuchs ergeben, was mich persönlich besonders freut.“ Der Reise nach Texas waren zwei Besuche seitens der UTSA in Darmstadt in diesem Jahr vorausgegangen.



**Besuch des Makerspace an der UTSA. Von links nach rechts: Prof. Jens Schneider (TU Darmstadt - VP-Transfer und Internationalisierung), Dr. Don Petersen (UTSA), Prof. Holger Lutze (TU Darmstadt - IWAR), Constanze Bradlaw (TU-Darmstadt) Enkhsaruul Seixas Brito (TU Darmstadt; North America Office(UTSA)) (Bild: Enkhsaruul Seixas Brito)**

## 안녕 Cheolyong Kim

Im August mussten wir uns leider von unserem geschätzten Kollegen Ph.D. Cheolyong Kim verabschieden. Er hat zwei Jahre mit viel Leidenschaft am Fachgebiet UaS gearbeitet. Seit September dieses Jahres ist er als Professor an der Incheon Universität tätig. Wir wünschen ihm von Herzen alles gute und bestmöglichen Erfolg in seiner neuen Tätigkeit.



**IWAR verabschiedet sich von Yong bei seiner Abschiedsfeier. (Bild: Vera Soedradjat)**



## NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ

### 42. Sitzung des DVGW-Bildungsbeirats

Am 28. April 2022 nahm Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban qua Amt als Leiter des DVGW-Arbeitskreises „Professoren und Dozenten für Wasserversorgung an Universitäten“ an der 42. Sitzung des DVGW-Bildungsbeirats in Form einer Web-Konferenz teil. Der DVGW hat in den letzten Jahren u.a. die berufliche Bildung weitreichend reformiert und neue, moderne Formate eingeführt, um dem rasant wachsenden Fachkräftemangel und dem enormen Konkurrenzdruck entgegenzuwirken.

Diese Reformen müssen im Weiteren durch eine noch bessere Sichtbarkeit und Vernetzung der Branche inkl. der Infrastruktur mit Wasser, Glasfaser, Fernwärme etc. mittels einer umfassenden, professionellen Image- und Marketingkampagne deutschlandweit gemeinsam mit den Landesverbänden der Partnerunternehmen, der BA für Arbeit, der BDEW u.v.a.m. umgesetzt werden.

Weitere Informationen sind unter <https://www.dvgw-veranstaltungen.de/> zu finden.

### Podiumsdiskussion an der IHK Frankfurt

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban hat bei der Podiumsdiskussion an der IHK Frankfurt am Main „Wasserversorgung und Bauleitplanung“ – Ressourcenschutz oder Kostentreiber am 21. September 2022 den Keynote Vortrag zum Thema „Herausforderungen der Wasserversorgung in Zeiten des Klimawandels“ gehalten und hierzu reale und absehbare Konflikte der Wasserversorgung mit der Landwirtschaft, dem Naturschutz, der Forstwirtschaft sowie Gewerbe und Industrie anhand von Beispielen erläutert und diskutiert.

In der hochkarätig besetzten Veranstaltung unter der Moderation von Thomas Ranft (hr) wurde im Anschluss etwa zwei Stunden lang von Elisabeth Jreisat (Geschäftsführerin, HessenWasser GmbH & Co. KG), Thomas Norgall (Stellv. Landesgeschäftsführer, BUND Hessen e.V.), Thomas Pauli (Bürgermeister, Gemeinde Neu-Anspach), Michael Denk (Abteilungsleiter Wasser und Boden, Oberste Wasserbehörde, Wasser und Boden, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) konstruktiv kritisch diskutiert und auf zahlreiche Fragen der rund 50 Teilnehmer:innen sowie auf die Kernaussagen von Prof. Urban eingegangen.

### DVGW-wat 2022, AK DozWasser

Vom 18. bis 19. Oktober fand im Rahmen der gat|wat 2022 in Berlin die DVGW-wat und die gemeinsame Arbeitskreis-Sitzung „Professoren und Dozenten für Wasserversorgung an Universitäten und Hochschulen“ (AK DozWasser) statt. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban unterstützt seit vielen Jahren die Nachwuchsarbeit des DVGW durch vielfältige Gremienarbeit, wie z.B. Vorsitzender des AK DozWasser als stimmberechtigtes Mitglied im Bildungsbeirat, als Juror der Studienpreises Wasser sowie als Mentor der Hochschulgruppe Darmstadt.

Die Studienanfängerzahlen in den klassischen Umwelt-/Bauingenieurstudiengängen an deutschen Universitäten und Hochschulen sinken seit Jahren und dies, obwohl insgesamt mit etwa 3 Millionen Studierenden in fast 12.000 Studiengängen so viele wie noch nie immatrikuliert sind. Positiv zu bemerken ist die Reduktion des Durchschnittsalters aller Absolventen von knapp 28 Jahre Anfang der 2000er bis auf 23,6 Jahre im Jahre 2021. Aus Sicht der Wasserversorgung bzw. auch der Siedlungswasserwirtschaft laufen wir trotz intensiver Anstrengungen aller Wissensvermittler über den seit Jahren sich verschärfenden Fachkräftemangel aktuell und insbesondere in den nächsten fünf bis zehn Jahren in einen Akademiker-/Führungskräftemangel in der Wasserbranche infolge der zunehmenden Konkurrenz hinein. Aufgefangen könnte dies zumindest in Teilen durch seit Jahren zunehmende Studienanfängerzahlen internationaler Studiengänge und Integration der Absolvent:innen in den deutschen Arbeitsmarkt.



Eindrücke von der gat|wat (Quelle: DVGW)

Die Abendveranstaltung war mit ca. 600 Teilnehmern sehr gut besucht und trug traditionell zum Gedankenaustausch und Networking innerhalb der zahlreich anwesenden Studierenden und deren Mentoren mit den Praktikern bei.

### **gwp Regionalforum Afrika**

Zur 39. Sitzung des Regionalforums Afrika am 25. Oktober 2022 in Frankfurt am Main begrüßte Michael Kerstin (Leiter und gwp Vorstandsmitglied) diesmal die außerordentlich große Teilnehmerzahl von ca. 35 Personen in Frankfurt a.M. bzw. hybrid vor den Monitoren. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban stellte die Fachgebietsaktivitäten in Afrika vor, insbesondere die Abschlussarbeiten sowie den Aufenthalt von Anna Rüdtenklaus, sowie den Vertreter:innen des Vorstandes und Leiters von Amasiko e.V., Dr. Wolfgang Pfaff-Simoneit, im Rahmen dessen die Begehung und Wasserressourcenanalytik auf der Halbinsel des Lake Bunyonyi, Gemeinde Hamukaaka, Uganda, durchgeführt wurde. Sie ist Basis für eine Machbarkeitsstudie zur dauerhaften Wasserversorgung einer Schule mit ca. 300 Schüler:innen und des künftigen Gemeindezentrums <https://www.amasiko-ev.de/>.

Eine ähnliche Fragestellung mit Fokus auf HPP-Technologien für die Trinkwasseraufbereitung mit einfachsten Technologien in Kenia beschäftigt sich der vom KAAD finanzierte Doktorand Willis Awandu (Prof. Lehmann, 2. Gutachter Prof. Urban). Frederik Kip unterstützt, seitdem er am IWAR-Fachgebiet Wasserversorgung promoviert, [Rwenzori e.V.](#), in Uganda, mit seiner Expertise zum hydraulischen Widder. Ein solcher wurde vom Verein vor Ort implementiert.

An der Nachmittagssession nahm Christian Eichhorn teil, da von verschiedenen Firmen u.a. neue Technologien zur Wasseraufbereitung und deren praktische Anwendung in Afrika vorgestellt wurden. Interessant zu erwähnen waren die Vorträge von [PAULA Water GmbH](#) in Tansania sowie von [Harbauer GmbH](#) zur Arsen- und Fluoridreinigung von Trinkwasser mit vor Ort hergestellten Ionenaustauschermaterialien in Kenia und Senegal.

## 2 Forschungstätigkeiten am Institut IWAR

Im Folgenden werden zuerst die fachgebietsübergreifenden Forschungsvorhaben beschrieben, gefolgt von der Vorstellung der sechs Fachgebiete und deren Forschungstätigkeiten.

Insgesamt zwei fachgebietsübergreifende und 51 fachgebietsbezogene Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden im Berichtsjahr 2022 am Institut IWAR betreut.

Die Förderung der Forschungsprojekte erfolgte durch das European Union LIFE programme, die Europäische Kommission, die Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK/BMWi), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), das Hessische Ministerium für Bildung und Kunst (HMWK), das Hessische Ministerium für Soziales und Integration (HMSI), das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVK), der Förderinitiative für interdisziplinäre Forschung (FiF), der Fritz und Margot Faudi-Stiftung, die Gerda-Henkel-Stiftung, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD), dem China Scholarship Council (CSC), Fraunhofer IWKS, FORIN, FOREX, RMU und ZIM. Weiterhin wurden Projekte bearbeitet, die von der Industrie und verschiedenen Vereinen gefördert wurden.

Die Beschreibung der Fachgebiete erfolgt über die unten skizzierten Inhalte:

- Vorstellung der Schwerpunkte der einzelnen Fachgebiete einschließlich der Fachgebietsleitung
- Laufende und fertiggestellte Forschungsprojekte mit den jeweiligen Ansprechpartnern
- Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten
- Workshops- und Seminarbeiträge bzw. -teilnahmen sowie Forschungsaufenthalte
- Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

## 2.1 Fachgebietsübergreifende Forschungstätigkeiten

Die fachgebietsübergreifenden Forschungstätigkeiten am Institut IWAR gliedern sich in zwei Forschungsprojekte, welche nachfolgend kurz beschrieben und im weiteren Verlauf näher dargestellt werden:

- **Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe (RePhoRM)**

Das Verbundprojekt RePhoRM ist ein vom BMBF im Rahmen des Förderprogramms „Forschung und Nachhaltige Entwicklung (FONA3)“ gefördertes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)“. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Konzepts zur technologischen und strategischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammaschen im Rhein-Main-Gebiet.

- **Corona in Vietnam**

Das fachgebietsübergreifende Forschungsprojekt ist eine im Rahmen eines Bund-Länder Projekts durch das Land Hessen und die GIZ geförderte Zusammenarbeit der Fachgebiete Abwassertechnik sowie Wasser und Umweltbiotechnologie. Ziel dieses Projektes ist die Implementierung eines Systems zur SARS-CoV-2-Überwachung im Abwasser als Tool zur Überwachung des Infektionsgeschehens in Vietnam. Hierzu werden an der Vietnamesisch Deutschen Universität in Ho Chi Minh City die Grundlagen geschaffen durch die Einrichtung eines geeigneten Labors und Schulungen von vietnamesischen Fachkräften.

### 2.1.1 RePhoRM

#### Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe

##### Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

##### Förderzeitraum:

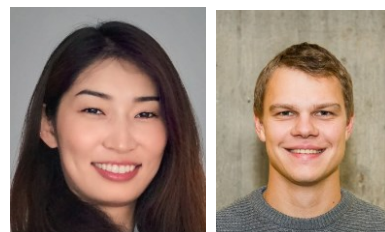
01.07.2020 – 30.06.2026

Das Projekt RePhoRM steht kurz vor dem Übergang in die zweite Phase. Der Aufstockungsantrag dafür wurde an den Projektträger Karlsruhe übermittelt. In Absprache mit dem Projektträger wird die Laufzeit kostenneutral um 12 Monate, auf insgesamt sechs Jahre, verlängert.

Das Ziel von RePhoRM ist es eine technologische sowie organisatorische Verbundlösung für das Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet zu erarbeiten und großtechnisch umzusetzen. Die Grundlage dafür bildet das PHOS4green-Verfahren zur Düngegranulatherstellung aus Klärschlammasche. Dieses Verfahren soll um eine Schwermetallentfrachtung erweitert werden. Das Vorhaben setzt sich aus vier Hauptarbeitspaketen zusammen, die von je einem Arbeitspaket zum Ergebnistransfer (AP T) und zur Projektkoordination (AP K) flankiert werden. Zunächst werden die Grundlagen detailliert und validiert (AP 1), dann die technische Umsetzung erarbeitet (AP 2) sowie ökologisch und ökonomisch bewertet (AP 3). Zudem wird die organisatorische Ausgestaltung eines P-Recyclingverbunds (AP 4) formuliert und geprüft.

In AP 1 werden die Klärschlammasche-ströme der beteiligten Betreiber qualitativ sowie quantitativ erfasst. In AP 2 werden Verfahren zur Schwermetallentfrachtung aus Aschen im Labormaßstab untersucht.

Anschließend werden in einer halbtechnischen Demonstrationsanlage die Dimensionierungsgrundlagen für die großtechnische Umsetzung des Verfahrens erarbeitet. Entwicklungsbegleitend erfolgt in AP 3 eine ökobanzielle Betrachtung des Verfahrens, um frühzeitig eine ökologisch nachhaltige Lösung zu fokussieren. Die Bearbeitung rechtlicher sowie ökonomischer Fragestellungen und Sachverhalte in AP 4 bilden die Basis für die Umsetzung und organisatorische Ausgestaltung eines P-Recyclingverbunds im Rhein-Main-Gebiet. Beteiligte an der Umsetzungsphase sind neben dem Fachgebiet Abwassertechnik und dem Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, die Thermische Verwertung Mainz GmbH, die Stadtentwässerung Frankfurt am Main, die Infraserb GmbH & Co. Höchst KG, die Glatt Ingenieurtechnik GmbH, die Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie, die Kanzlei Becker Büttner Held PartGmbH, und der Abwasserverband Langen/Egelsbach/Erzhausen.



**Fachgebiet Abwassertechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart  
Peter Kuhn, M.Eng.

**Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Chunyu Miao, M.Sc.

## 2.1.2 Corona in Vietnam

### SARS-CoV-2-Überwachung in Vietnam

#### Fördergeber:

Land Hessen, GIZ

#### Förderzeitraum:

01.01.2021 – 31.05.2023

In Kooperation der Fachgebiete „Wasser und Umweltbiotechnologie“ sowie „Abwassertechnik“ wird seit Februar 2022 die Implementierung eines Systems zur SARS-CoV-2-Überwachung im Abwasser als Tool zur Überwachung des Infektionsgeschehens in Vietnam vorangetrieben. Im Rahmen eines Bund-Länder-Projekts, das durch das Land Hessen und die GIZ gefördert wird, werden an der Vietnamesisch Deutschen Universität in Ho Chi Minh City die Grundlagen dafür geschaffen, die abwasserbasierte Epidemiologie mittels molekularbiologischer Methoden durchführen zu können. Neben der Auswahl geeigneter Probenahmestellen werden vietnamesische Fachleute im Umgang mit den neuesten Geräten zum Monitoring geschult.



Laborgebäude in Vietnam (Bild: Jana Trippel)



#### Fachgebiet Wasser und Biotechnologie

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Janina Mattersdorf, M.Sc.

#### Fachgebiet Abwassertechnik

Prof. Dr.-Ing. habil Martin Wagner

## 2.2 Fachgebiet Abwassertechnik

### 2.2.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Abwassertechnik

Das Fachgebiet Abwassertechnik am Institut IWAR beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Verfahrenstechnik und Technologieentwicklung zur Behandlung kommunaler und industrieller Abwässer und Schlämme. Durch die Vielfalt möglicher technologischer Lösungsansätze (z.B. Belebtschlammverfahren, anaerobe Abwasserreinigung, chemisch-physikalische Verfahren) liegt ein Schwerpunkt der Lehr- und Forschungstätigkeit auf der Bewertung des Zusammenwirkens und der gegenseitigen Abhängigkeiten von Prozessschritten in unterschiedlichen Verfahrenskombinationen. Dazu werden angewandte Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung und Schlammbehandlung ebenso vermittelt, wie chemisch-physikalische Grundoperationen (chemische Oxidation, Fällung/Flockung, Adsorption) und Membrantechnik. Versuchs- und Pilotanlagen im Technikum und auf dem Versuchsfeld des Fachgebiets in Eberstadt dienen der praxisnahen Erprobung und dem Scale-up der neuen Technologien. Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich dazu mit der Co-Vergärung von Flotatschlamm zur Erhöhung der Biogasproduktion in einer Hochlastfaulung, dem Einfluss hoher Salzkonzentrationen auf den biologischen Abbau und den Sauerstoffeintrag in Industrieabwässern sowie der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in Industrie und Kommunen. Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme werden traditionell mit Partnern in China erforscht und weiterentwickelt.

Ein weiterer Schwerpunkt des Fachgebiets liegt auf richtungsweisenden Fragestellungen zur Behandlung von Industrieabwasser mit Partnern aus der Lebensmittelproduktion und der chemisch-pharmazeutischen Industrie. Durch die stark von kommunalen Abwässern abweichenden Zusammensetzungen sollen hier verstärkt Optionen der produktionsnahen Ressourcenrückgewinnung (Rohstoffe, Energie) und des Wasserrecyclings überprüft werden, um „Mehrwert“ aus Abwasser zu erzeugen.



**Geschäftsführer**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Martin  
Wagner

**Geschäftsführender Direktor  
und Fachgebietsleitung**  
Abwassertechnik  
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart



## 2.2.2 Laufende Forschungsprojekte

### IntenKS

#### Intensivierung der Klärschlammbehandlung zur energetischen und stofflichen Nutzung in China unter Einsatz thermaler Verfahren

##### Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

##### Förderzeitraum:

01.11.2018 - 31.12.2022

Im Vorhaben IntenKS werden sowohl Möglichkeiten zur stofflichen als auch zur energetischen Verwertung von Klärschlamm in China untersucht. Die Behandlung des Klärschlammes mittels Thermodruckhydrolyse (TDH) und hydrothermaler Karbonisierung (HTC) wird durch Untersuchungen zu Prozesswasserbehandlung und Sauerstoffeintrag ergänzt. Im Jahr 2022 wurden Prozesswässer aus der hydrothermalen Karbonisierung (HTC) aerob biologisch und oxidativ behandelt sowie der Sauerstoffeintrag gemessen.

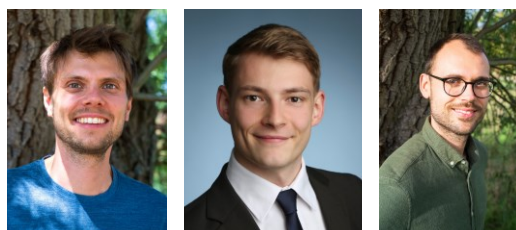
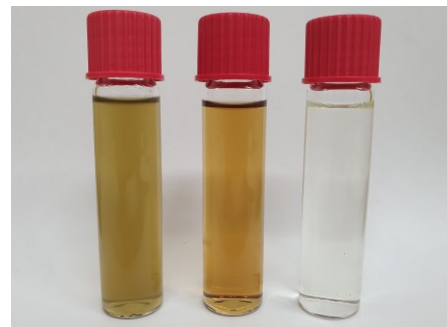
Die Ergebnisse zeigen auf, dass trotz hemmender Substanzen im HTC-Prozesswasser eine vollständige Nitrifikation und Denitrifikation erzielt werden. Die Organik gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) kann biologisch um etwa 70% reduziert werden. Aufgrund stark färbender, stickstoffhaltiger und nicht biologisch abbaubarer Abwasserinhaltsstoffe ist die Reinigung des Prozesswassers optisch kaum erkennbar. Der Rest-CSB ist mittels Diamantelektrode oxidativ entfernbar und auch die Abnahme der Färbung ist gut erkennbar. In Hemmversuchen zeigte sich, dass das HTC Abwassers ein enormes Hemmpotenzial gegenüber nitrifizierenden Mikroorganismen besitzt. Zu einem gewissen Grad können sich diese jedoch an

die Abwasserinhaltsstoffe anpassen. In den Versuchen zum Sauerstoffeintrag konnte ein besserer Stoffübergang gezeigt werden.

Das letzte Projekttreffen im September 2022 konnte erstmals seit Dezember 2019 wieder in Präsenz stattfinden. In Darmstadt tauschten die Projektpartner Projektergebnisse aus und besprachen das weitere Vorgehen. Abgerundet wurde der Projekttreffen mit dem Besuch der Pilotanlagen auf dem institutseigenen Versuchsfeld in Darmstadt-Eberstadt.

Projekthomepage:

[www.intenks.tu-darmstadt.de](http://www.intenks.tu-darmstadt.de)



#### Kontaktpersonen

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart  
 Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner  
 Tobias Blach, M.Sc.  
 Maximilian Schwarz, M.Sc.  
 Nicolas Kaltwasser, M.Sc.



## Membranfunktionalisierung zur selektiven Entfernung von Mikroverunreinigungen in der Wasserwiederverwendung

### Fördergeber:

Fritz und Margot Faudi-Stiftung

### Förderzeitraum:

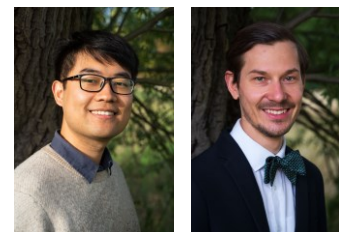
01.01.2021 – 31.12.2024

Seit Jahresbeginn wurde das Projektteam um den Stipendiaten Tong Li, M.Sc. und seit April durch Herr Felix Krusch, M.Sc. aufgestockt. Die Layer-by Layer Beschichtungen von Polymeren, exemplarisch mit einer Kombination von Polyallylamid und Polyacrylsäure, wurde auf Schichtdicken durch Rotationsellipsometrie gemessen. Dadurch konnte eine Methode zur Beschichtung entwickelt werden, die angewendet wird, um Versuche zu Selektivitätsverbesserungen vorzunehmen.

Zur Verbesserung von Membraneigenschaften wie z.B. Erhöhung der Selektivität, Verringerung von Fouling, Verbesserung der Reinigbarkeit und Langlebigkeit werden im Projekt Modifizierungsansätze untersucht und weiterentwickelt. Aktuell werden Parameterstudien zum Einstellen der Oberflächeneigenschaften durchgeführt bei Layer-by-Layer Modifikationen mit Polyelektrolyten. Diese Parameter sollen helfen die aufgetragenen Schichten strukturierter zu gestalten. Zur Quantifizierung wurde dazu extra ein neues Messgerät zur Bestimmung des Zeta-Potentials an glatten Oberflächen angeschafft. Um Ergebnisse nicht nur durch die Charakterisierung von Oberflächen zu erfassen, steht nun auch ein Versuchsstand für längere Batch-Versuche mit DeadEnd Zellen bereit.



Neues Messgerät zur Messung des Zeta-Potentials  
(Bild: Fabian-Hagen Leskow)



### Kontaktpersonen

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart  
Fabian-Hagen Leskow, M.Sc. M.Eng.  
Tong Li, M.Eng.

## Catalytic membrane reactor for oxidative degradation of pollutants in water phase

### Fördergeber:

China Scholarship Council (CSC)

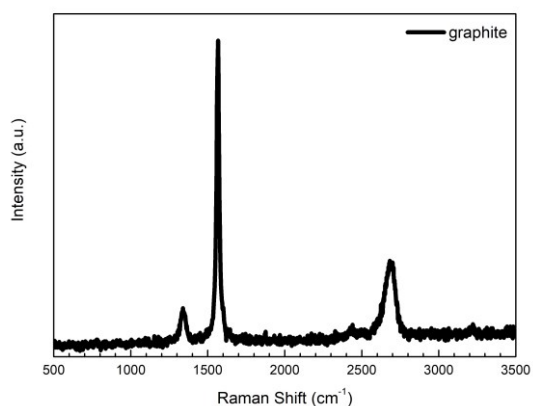
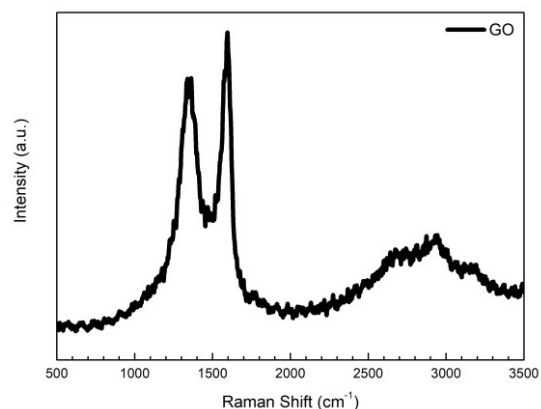
### Förderzeitraum:

06.12.2021 – 06.12.2024

Wissenschaft und Technologie der Membranen haben bei der Wasseraufbereitung eine äußerst wichtige Rolle gespielt. Bewuchs auf der Membranoberfläche beeinträchtigt jedoch nicht nur die Leistung und Lebensdauer der Membranen, sondern verringert auch ihre Durchlässigkeit und Selektivität. Im Vergleich zu konventionellen Methoden wie der chemischen Reinigung und der Rückspülung ist der katalytische Membranreaktor eine vielversprechende fortschrittliche Oxidationsmethode, bei der Katalysatoren auf den Membranen immobilisiert werden, was die Verschmutzung der Membranen wirksam reduzieren kann.

In diesem Forschungsprojekt werden Graphenoxid und Titandioxid als kombinierte Photokatalysatoren für den Abbau von Mikroverunreinigungen ausgewählt, wobei simuliertes Sonnenlicht als Lichtquelle verwendet wird. Die Konzentration von Mikroverunreinigungen in der wässrigen Phase wird mit Photometern und Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) nachgewiesen.

Ein erster Projekterfolg wurde durch die Herstellung von Graphenoxid-Katalysatoren nach der Methode von Hummer erzielt. In Folgenden wird die Charakterisierung der verschiedenen Katalysatorleistungen und die Herstellung weiterer Katalysatoren auf Titandioxidbasis durchgeführt. Darüber hinaus sind für das kommende Jahr Tests zur Modifizierung der Membranoberfläche zur Verbesserung der Fotostabilität angedacht.



Raman-Shift von Graphenoxid (oben) und Graphit (unten) (Bild: Tong Li)



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart  
Tong Li, M.Eng.

## SeWAGE PLANT H

**Sektor-gekoppelte Wasserstoff- Sauerstoff- und AbwärmeGeneration und – Einsatz im Großklärwerksmaßstab in Hannover**

### **Fördergeber:**

Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

### **Förderzeitraum:**

Haushaltsjahre 2021 – 2024

Elektrolyseure produzieren neben Wasserstoff auch reinen Sauerstoff und Abwärme. Letztere werden aktuell zumeist ungenutzt in die Umwelt abgegeben. Um die Rentabilität von Elektrolyseuren zu erhöhen, wird eine Nutzung von Sauerstoff und Abwärme angestrebt. Diese „Sektorenkoppelung“ soll in SeWagePlantH am Beispiel der Großkläranlage Hannover getestet werden. Dabei findet der Elektrolyseur-Sauerstoff Anwendung in der Belebungsstufe und dient der Abdeckung des Sauerstoffbedarfs der Mikroorganismen. Üblicherweise wird dazu Umgebungsluft über ein Belüftungssystem eingetragen. Durch die Verwendung von Reinsauerstoff kann der Anteil an Luftsauerstoff reduziert und damit das Fördervolumen gesenkt und Energie eingespart werden.

Um den Einfluss von Reinsauerstoff auf die Belüftung zu untersuchen, wurde die TU Darmstadt beauftragt Messungen durchzuführen und typische Kennzahlen des Sauerstoffeintrags zu ermitteln. Die Durchführung erfolgt am institutseigenen 17 m<sup>3</sup> Reinwassertank.



**Versuchsanlage: 17 m<sup>3</sup> Reinwassertank  
(Bild:IWAR)**



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner  
Nicolas Kaltwasser, M.Sc.

## Entwicklung innovativer Ausgestaltungsoptionen für ein ganzheitliches Wassermanagement

### Fördergeber:

Stadt Bad Homburg v.d.H.

### Förderzeitraum:

01.02.2021 – 31.03.2023

Zunehmende Trockenheit und ein gleichzeitig steigender Wasserbedarf stellen die Wasserversorgung der Stadt Bad Homburg v.d.H. vor zukünftige Herausforderungen, weshalb gemeinsam mit dem Institut IWW ein ganzheitliches Wassermanagementkonzept erarbeitet wurde.

Im März 2022 konnten die Ergebnisse der Bestandsaufnahme vor Vertreter:innen der Stadt sowie des Hochtaunuskreises auf einem digital durchgeführten Workshop vorgestellt und diskutiert werden. Das Fachgebiet Abwassertechnik untersuchte in Quartiersanalysen die Situation von Wasserdargebot und -bedarf sowie alternative Wasserdarangebote (z.B. Niederschlags- oder Grauwasser). Es zeigte sich, dass für beide Quartierstypen das Potenzial besteht, mindestens 30 % Trinkwasser durch technische Maßnahmen (Nutzung von Betriebswasser) einzusparen.

Aufbauend auf der Bestandsanalyse wurden verschiedene wasserwirtschaftliche, technische und organisatorische Möglichkeiten zur Stützung der Trinkwasserversorgung in Bad Homburg diskutiert und in Maßnahmensteckbriefen dargestellt. Eine Diskussion dessen erfolgte im August 2022 gemeinsam mit Fachabteilungen der Stadt Bad Homburg auf einem Workshop.

Zudem wurden konkrete technische Maßnahmenpakete zur Wasserwiederverwendung erarbeitet. Deren Wirksamkeit (=°Einsparung Trinkwasser) und technische Umsetzung wurden detailliert beschrieben, erörtert und seitens IWW

ökonomisch bewertet. Unter anderem eignen sich die Nutzung von behandelten Spülwässern aus Trinkwasseraufbereitungsanlagen oder Niederschlagswasser aus Trennsystemen sowie die weitergehende Aufbereitung des Kläranlagenablaufs für den Einsatz als Betriebswasser. Dieses kann u.a. für die Bewässerung von Sportanlagen, für WC-Spülungen sowie den gewerblichen Gebrauch eingesetzt werden. Ein grundlegendes Problem stellt jedoch die Implementierung solcher Maßnahmen in bereits bestehenden Quartieren dar, weil eine aufwendige technische Umrüstung erforderlich ist, um das Betriebswasser innerhalb von Gebäuden nutzen zu können.

Der Ende 2022 erstellte Abschlussbericht gibt der Stadt Handlungsempfehlungen, um die Trinkwasserversorgung für die Zukunft resilienter zu gestalten. Eine Abschlussveranstaltung ist für das Ende des 1. Quartals 2023 geplant.



### Maßnahmenpaket Betriebswassernutzung Gewerbegebiet aus weitergehend aufbereitetem Kläranlagenablauf



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart  
Maro Atzorn, M.Eng.

## NEOBART

**Energetische Optimierung von Belüftungssystemen bei neuen Abwasserbehandlungsverfahren (Zugabe von Aktivkohle in das Belebungsbecken/MBBR-Verfahren) zur Reduzierung von Treibhausgasen**

### Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

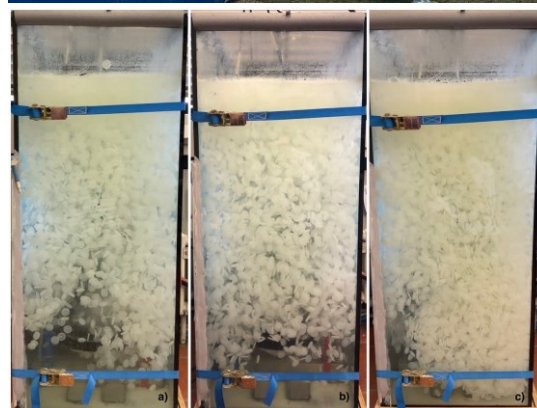
### Förderzeitraum:

01.04.2021 – 30.06.2022

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Ermittlung von Kennwerten für eine energieoptimierte Auslegung von Belüftungssystemen bei neuen Abwasserbehandlungsverfahren. Zu diesen Verfahren zählen unter anderem der Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) sowie die Zugabe von Pulveraktivkohle in das Belebungsbecken. Neben den kontinuierlichen Messungen des Sauerstoffeintrags sollen zudem die klimarelevanten Gase Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) detektiert werden.

Für das Forschungsvorhaben wird die Versuchsanlage aus dem Forschungsprojekt WaReIp weiterverwendet. Die Anlage besteht aus einem 12 m Seecontainer und beinhaltet eine biologische Reinigungsstufe. Der biologische Reaktor wurde aufgestockt, um eine Wassertiefe von mehr als 4 m zu gewährleisten.

In einer Glassäule im Technikum des Instituts IWAR fanden zudem Versuche mit verschiedenen Aufwuchskörpern und Füllungsgraden, sowie unterschiedlichen Salzkonzentrationen statt. Dabei wurden Sauerstoffeintragsmessungen, sowie fotografische Aufnahmen des entstehenden Blasenschwarms durchgeführt. Ziel der Versuche im Technikums-Maßstab ist es, festzustellen, welchen Einfluss die Zugabe von Aufwuchskörpern auf den Sauerstoffeintrag haben.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner  
Jana Trippel, M.Sc.

### 2.2.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### **Bachelorarbeiten**

Mikroplastik-Analytik in festen Medien: Bewertung von Probenahme, Aufbereitung und Analyse.

Entwicklung von standardisierten Verfahren zur Optimierung einer Abwasserbehandlungsanlage in der chemischen Produktion

Erarbeitung von Betriebskonzepten zur Behandlung von Prozesswasser aus der Entwässerung von Faulschlamm

Einfluss verschiedener Salzgehalte auf den Sauerstoffeintrag beim MBBR-Verfahren

#### **Masterarbeiten**

Quellen und Eintragspfade von industriellem Mikroplastik in die Umwelt: Eine kritische Betrachtung des aktuellen Forschungsstands

Reinigung von Prozesswasser aus der thermischen Klärschlammbehandlung mittels Bor-dotierten Diamantelektroden und biologischen Verfahren im Labor- und Pilotmaßstab

Reinigung von Prozesswasser aus der hydrothermalen Karbonisierung mittels Bor-dotierten Diamantelektroden

Bewertung und Überwindung der nitrifikations-hemmenden Wirkung der Prozesswässer aus der Hydrothermalen Karbonisierung

Tertiäre Stickstoff-Entfernung mittels Biofiltration im Pilotmaßstab

Untersuchung und Bewertung der Messungenauigkeiten der Analytik beim nasschemischen Phosphor-Recycling aus Klärschlammaschen

Einfluss verschiedener Aufwuchskörper und Füllungsgrade auf den Sauerstoffeintrag

## 2.2.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Atzorn, M.; Engelhart, M., 55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft – Wasserwirtschaft im Klimawandel, 09.-11.03.2022, Webkonferenz
- Atzorn, M., Fachtagung Regenwasser in der Stadt zum Weltwassertag 2022, Mall GmbH, 26.04.2022, Webkonferenz
- Atzorn, M., 49. Abwassertechnisches Seminar (ATS) – Wasserwiederverwendung: Potenzial und Anwendungen in Deutschland, 05.07.2022, Webkonferenz
- Li, T.; Leskow, F.-H., Nanofiltration 2022, 26.06.2022-30.06.2022, Achalm
- Wagner, M., Forschungsaufenthalt VGU University 30.07.-09.08.2022, Ho Chi Minh City/Hanoi, Vietnam
- Wagner, M., Forschungsaufenthalt VGU University 01.-12.11.2022, Ho Chi Minh City, Vietnam

## 2.2.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

### Veröffentlichungen:

- Barkmann, L.; Weber, F.; Raber, W.; Masch, M.; Wolff, S.; Bitter, H.; Bitter, E.; Kerpen, J.; Lackner, S.; Engelhart, M.: Industrielle Mikroplastikemissionen - Handlungsempfehlungen. Verlagsversion. (2022) DOI: [10.26083/tuprints-00020230](https://doi.org/10.26083/tuprints-00020230)
- Bauer, S.; Wagner, M.: Possibilities and Challenges of Wastewater Reuse—Planning Aspects and Realized Examples. *Water* 2022, 14 (10), 1619. (2022) <https://doi.org/10.3390/w14101619>
- Behnisch, J.; Schwarz, M.; Trippel, J.; Engelhart, M.; Wagner, M. Oxygen Transfer of Fine-Bubble Aeration in Activated Sludge Treating Saline Industrial Wastewater. *Water*. 14, 1964. (2022) <https://doi.org/10.3390/w14121964>
- Bertling, J.; Bannick, C. G.; Barkmann, L.; Braun, U.; Knoblauch, D.; Kraas, C.; Mederake, L.; Nosić, F.; Philipp, B.; Rabe, M.; Sartorius, I.; Schmitt, H.; Stein, U.; Wencki, K.; Wendt-Potthoff, K.; Woidasky, J.: Compendium on Plastics in the Environment, 1st edition 2022. (2022) <https://doi.org/10.24406/umsicht-n-647637>
- Blach, T.; Hennemann, L.; Engelhart, M.: Electrochemical and biological treatment of return liquors from dewatering thermal hydrolysis digestate. In: *17th IWA World Conference on Anaerobic Digestion 'AD-17', Ann Arbor, Michigan, USA*. (2022) <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/21886/>
- Hinzmann, M.; Knoblauch, D.; Mederake, L.; Schmitt, H.; Stein, U. (Hrsg.) Key messages of the research focus "Plastics in the Environment". (2022) <https://bmbf-plastik.de/de/Publikation/Kernbotschaften>
- Rühl, J.; Agrawal, S.; Engelhart, M.; Efficacy of thermal hydrolysis for boosting specific methane yield depending on temperature-normalized solids retention time in an activated sludge process. *Environ. Sci.: Water Res. Technol.*, 8, 2971-2980 (2022) <https://doi.org/10.1039/D2EW00206J>

Schwarz, M., Trippel, J., Engelhart, M. et al. Determination of alpha factors for monitoring of aeration systems with the ex situ off-gas method: experience from practical application and estimation of measurement uncertainty. *Environ Sci Pollut Res* 29, 87950–87968 (2022) <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21915-2>

### Konferenzbeiträge:

- Barkmann, L. (2022): Maßnahmen zur Verringerung industrieller Mikroplastik-Einträge. 13. PlastikNet-Webinar: Mikroplastik in Abwasser – Eintragspfade, Regulierung und Handlungsempfehlungen. Online.
- Blach, T.; Hennemann, L.; Engelhart, M. (2022): Electrochemical and biological treatment of return liquors from dewatering thermal hydrolysis digestate. In: 17th IWA World Conference on Anaerobic Digestion 'AD-17', Ann Arbor. Michigan, USA.
- Engelhart, M.; Fundneider-Kale, S. (2022): Aussagekraft anaerober Aktivitäts- und Hemmtests zur Erfassung betriebsbedingter Störungen in Abwasseranlagen der Papierindustrie. PMV-Tagung: Papier und Umwelt. Darmstadt.
- Engelhart, M. (2022): New Strategic Goals in Sino-German Academic Relations. In: Tongji University DAAD Symposium. Online-
- Engelhart, M. (2022): Moderne Klärschlammbehandlungstechnologien für China. In: 31. GWP Regionalforum China. Online.
- Engelhart, M.; Kuhn, Peter (2022): Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe – RePhoRM. DPP-Forum „Phosphor-Recycling 2029 - Etappenziel erreicht? “. Frankfurt.
- Wagner, M. (2022): Smart and Energy-Efficient Solutions for sustainable water industry to adapt with climate change – experiences from Germany. Vietnam International Water Conference 2022. Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Wagner, M. (2022): Energy consumption of Wastewater Treatment Plants and local possibilities of Energy Production. Coastal Environment Protection and Management Workshop. Vung Tau, Vietnam.
- Weber, F.; Barkmann, L. (2022): Mikroplastik-Messung beim Niederschlagswasser-Abfluss von Industrie- und Gewerbeflächen. 12. PlastikNet-Webinar: Herausforderungen bei der Messung von Mikroplastik im Regen- und Mischwasser. Online.



## 2.3 Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

### 2.3.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Wasser und Umweltbiotechnologie

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie stellt sich aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Abwasserbehandlung und Umweltbiotechnologie. Dabei arbeiten wir sowohl an technischen Lösungen als auch an der Entwicklung neuer Analysemethoden. Unser Fokus liegt derzeit im Bereich der biologischen Stickstoffelimination sowie auf den Themen Wasserwiederverwendung, Nachweis und Reduktion von antibiotikaresistenten Bakterien und Genen, Spurenstoffreduktion, Mikroplastik und aktuell auf dem Nachweis von SARS-CoV-2 Viren in Abwasser.

Um diese Themen umfassend bearbeiten zu können arbeitet das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie sehr interdisziplinär an der Schnittstelle zwischen Umweltingenieurwesen und Umweltmikrobiologie. Dafür begleiten wir Anlagen im Labor-, Technikums- und großtechnischen Maßstab und setzen dabei auf eine Kombination aus chemischer Analytik, Mikrosensorik und molekularbiologischen Methoden. So lassen sich z.B. biologische Prozesse auf Kläranlagen in ihren technischen Anwendungen hinsichtlich Stabilität und Leistung verbessern.

Der Forschungsbereich der Nährstoffelimination beschäftigt sich, neben den klassischen Verfahren, mit der Untersuchung und Entwicklung neuer Technologien. Besonders im Fokus stehen dabei innovative biologische Verfahren wie die Deammonifikation für eine effizientere Stickstoffelimination. Im Fokus der weitergehenden Abwasserbehandlung stehen vor allem Untersuchungen zur Entfernung von anthropogenen Spurenstoffen und antibiotikaresistenten Keimen aus kommunalem Abwasser. Besonders für die Bewertung der Eliminationsleistung für Pathogene, Viren und antibiotikaresistente Keime und Gene aus dem Abwasser nutzen wir eigens entwickelte und optimierte molekularbiologische Methoden. Ganz aktuell beschäftigen wir uns im Kontext der COVID-19 Pandemie mit dem Nachweis von SARS-CoV-2 in Rohabwasser. Da COVID-19-Infizierte das SARS-CoV-2 Virus sowohl über den Urin als auch den Stuhl ausscheiden, kann die Verbreitung von SARS-CoV-2 auch über das Abwasser nachgewiesen werden. Ein solches Monitoringsystem bietet die Möglichkeit auch asymptotische Infizierte oder Nicht-Getestete zu erfassen. Die Abwasseranalytik kann somit einen Beitrag zur Pandemiebekämpfung leisten.



**Fachgebietsleitung**  
Wasser und Umweltbiotechnologie  
Prof. Dr. Susanne Lackner

### 2.3.2 Laufende Forschungsprojekte

#### ESI-CorA – Emergency Support Instrument Nachweis von Sars-CoV 2 im Abwasser

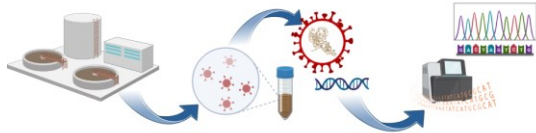
##### Fördergeber:

Europäische Kommission

##### Förderzeitraum:

01.11.2021 – 31.03.2023

Die EU-Kommission hat ihren Mitgliedsstaaten schon im März 2021 empfohlen, ein Monitoring von SARS-CoV-2 im Abwasser zu etablieren, um die Verbreitung von Corona-Viren frühzeitig zu erkennen. Zur Umsetzung der Empfehlung werden zunächst in einem Modellvorhaben ab dem Jahr 2022 durch die Bundesregierung mit Hilfe von EU-Mitteln 20 kommunale Pilotstandorte gefördert.



Im Rahmen des Projekts „Systematische Überwachung von SARS-CoV-2 im Abwasser“ (ESI-CorA) soll in Zusammenarbeit mit Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Ländern und Kommunen ein gemeinsamer Ansatz zu einer möglichen Einführung einer systematischen Überwachung von SARS-CoV-2 und seinen Varianten im Abwasser erarbeitet werden. ESI-CorA wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Soforthilfeinstruments (Emergency Support Instrument-ESI) gefördert. Das Fachgebiet WUB unterstützt dieses Projekt in dem während der Projektlaufzeit mehrmals die Proben der 20 ausgewählten Standorte sequenziert und analysiert werden, um die

Verbreitung von Varianten im Abwasser zu überwachen.

Emergency Support Instrument  
**ESI-CorA**  
 Nachweis von SARS-CoV-2 im Abwasser



##### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Kira Zachmann, M.Sc.

## **WaReNam: Mehrskalige Wasserwiederverwendungsstrategie für Namibia: Technologie, Governance und Kapazitätsentwicklung**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.12.2021 – 28.02.2023

Das Projekt „WaReNam“ zielt auf die transdisziplinäre Entwicklung einer Wasserwiederverwendungsstrategie für Namibia ab, um durch wechselseitiges Lernen zwischen Wissenschaft und Praxis in den Bereichen Technologie, Governance und Kapazitätsentwicklung, langfristig die Wassersicherheit zu erhöhen. In diesem Zusammenhang werden vier wissenschaftliche Partner, neun Akteure aus Politik/Verwaltung und vier industrielle Partner aus Deutschland und Namibia ihr Wissen und ihre Erfahrungen austauschen, um die Potenziale und Risiken der Nutzung von Wasser aus Kläranlagenabläufen für unterschiedliche Zwecke (Bewässerung, Brauchwasser für Industrie oder Stadtgrün, Grundwasseranreicherung) zu erforschen.



Die zu entwickelnde Strategie beinhaltet auch ein Risikomanagement konzept mit Normen und Standards und trägt durch eine bessere Verknüpfung von Wasser, Energie und Nahrung zu einer Erhöhung der Wasser- und Ernährungssicherheit bei.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. Susanne Lackner

## Modellierung des Verbleibs von organischem Kohlenstoff und Mikroverunreinigungen in biologisch-aktiven Aktivkohlefiltern

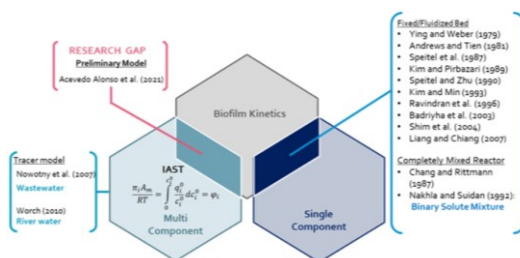
### Fördergeber:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### Förderzeitraum:

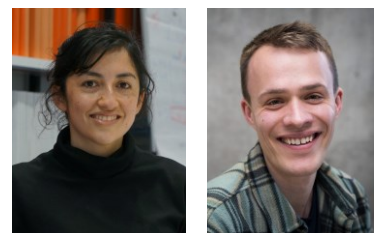
07.06.2022 - 06.06.2025

Das Vorkommen von organischen Mikroverunreinigungen (OMP) in Gewässern ist aufgrund ihrer potenziellen Bedrohung für die Umwelt und die menschliche Gesundheit sehr kritisch. Kläranlagenabläufe sind eine der Hauptquellen für OMPs. Granulierte Aktivkohlefilter (GAK) haben sich als geeignete Technologie zur Entfernung von OMP aus Kläranlagenabläufen etabliert. Neben der Adsorption auf der Aktivkohle tragen in GAK-Filtern auch biologische Prozesse zur Entfernung organischer Stoffe und OMPs bei. Die Phänomene, die die adsorptive Entfernung und den biologischen Abbau steuern, sowie die Synergien zwischen diesen beiden Mechanismen sind von großer Bedeutung, jedoch sind die Prozesse sehr komplex. Zum einen handelt es sich bei Abwässern um Multikomponentengemische, die schwer zu charakterisieren sind, und zum anderen sind die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen GAK, Biofilm, OMP und organischen Stoffen nur schwer experimentell zu erfassen.



solcher experimentellen Hindernisse, zur Analyse verschiedener Szenarien und zur Unterstützung der Planung weiterer Experimente. Anhand von Versuchsdaten wurde am Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie ein erstes mathematisches Modell entwickelt, das die Entfernung von gelöstem organischem Kohlenstoff in einem biologisch aktiven GAK-Filter zufriedenstellend beschreiben kann. Dieses Projekt zielt darauf ab, das Modell zu verbessern und um neue Schlüsselmerkmale zu erweitern, die für eine weitere Anwendung erforderlich sind:

- Aufnahme der Porengrößenverteilung in das Modell zur besseren Charakterisierung des jeweiligen GAK-Typs
- Erweiterung der modellierten mikrobiellen Gemeinschaft um Nitrifikanten, insbesondere die Implementierung cometabolischer Abbauprozesse von OMPs
- Einbeziehung ausgewählter OMPs in das Modell, die stellvertretend das Verhalten weiterer OMPs beschreiben können. Da die mechanistische Beschreibung der OMPs sehr kompliziert werden kann, wird der Ansatz des mechanistischen Modells mit Methoden des maschinellen Lernens kombiniert.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner  
Tobias Kaiser, M.Sc.  
Vanessa Acevedo, M.Sc.

Mathematische Modelle sind ein leistungsfähiges Instrument zur Überwindung

## Abscheidung von superfeiner Aktivkohle mittels Polstofffiltration

### Fördergeber:

Mecana Umwelttechnik GmbH

### Förderzeitraum:

01.03.2022 - 31.12.2022

In der Umwelt lassen sich inzwischen ubiquitär anthropogene Verschmutzungen in Form von Spurenstoffen, wie Rückstände von Arzneimitteln, Haushaltschemikalien und Herbizide nachweisen. Dabei tragen die Abläufe der Kläranlagen maßgeblich zur Verschmutzung der Gewässer bei. Eine Möglichkeit der Entfernung dieser Spurenstoffe stellt die adsorptive Entfernung mittels Aktivkohle dar. Diese kann dabei pulverförmig oder granuliert eingesetzt werden, wobei der Vorteil des pulverförmigen Einsatzes in der bedarfsgerechten und anpassungsfähigen Dosierung der Pulveraktivkohle in das Abwasser liegt. Jedoch ist anschließend eine Entfernung der Aktivkohle aus dem Abwasserstrom notwendig, damit diese nicht in die Umwelt gelangt.



Der Fokus des Auftrags von Mecana Umwelttechnik GmbH lag dabei bei dem Einsatz einer superfeinen Aktivkohle ( $< 1 \mu\text{m}$ ) und die Entfernung dieser Aktivkohle mittels Polstofffiltration und erfolgte auf dem Versuchsfeld Eberstadt. Die superfeine Aktivkohle hat einen deutlich geringeren Korngrößendurchmesser als

konventionelle Pulveraktivkohle ( $35 - 50 \mu\text{m}$ ) und weist somit eine beschleunigte Adsorptionskinetik auf. Dadurch konnte die Kontaktzeit zwischen Aktivkohle und Abwasser auf unter 3 min reduziert werden, wodurch große Kontaktreaktoren unnötig werden. Mit dem Einsatz des Polsterstoffs ließ sich die Aktivkohle sehr effizient entfernen, sodass ein Aktivkohleschlupf von kleiner als  $0,2 \text{ mg/L}$  erreicht wurde. Damit stellt die Kombination von superfeiner Aktivkohle und Polstofffiltration ein platz- und ressourcensparendes Verfahren im Vergleich zu üblichen Pulveraktivkohleanwendungen dar.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner  
Franziska Kirchen, M.Sc.

## Red-CO<sub>2</sub>-PNA: Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der kommunalen Abwasserreinigung – Vergleich verschiedener Verfahren zur Deammonifikation

### Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

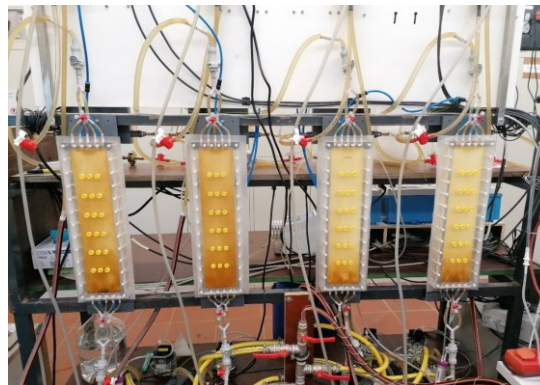
### Förderzeitraum:

01.07.2021 - 30.06.2024

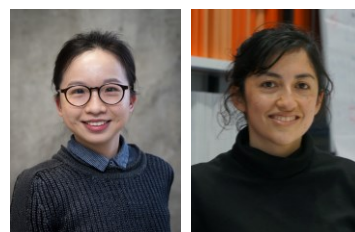
Im Rahmen der Deutsch-Israelischen Wassertechnologiekoooperation startete am 01.07.2021 das Projekt „Red-CO<sub>2</sub>-PNA“ in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Michal Green des Israel Institute of Technology (Technion, Civil and Environmental Engineering in Haifa, Israel). Die Projektlaufzeit beträgt 3 Jahre.

Kläranlagen sind einer der Hauptenergieverbraucher von Kommunen, und mit einem Anteil von durchschnittlich 20 %, oft sogar der größte Energieverbraucher. Gleichzeitig sind sie für die Emission von mehr als 27 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr verantwortlich. Einen erheblichen Anteil am Energieverbrauch kommunaler Kläranlagen entfällt auf die biologische Reinigungsstufe, insbesondere für die Entfernung von Stickstoffverbindungen. Die Stickstoffelimination mittels Nitrifikation/Denitrifikation ist der aktuelle Standard. Dieses Verfahren ist aufgrund des hohen Sauerstoffbedarfs für die Oxidation von Ammonium zu Nitrat (Nitrifikation) und des Kohlenstoffbedarfs (Denitrifikation) sehr energieintensiv. Die Deammonifikation, eine Kombination aus einer Teil-Nitrifikation (Oxidation von Ammonium zu Nitrit) und der anaeroben Ammoniumoxidation (Anammox), liefert hierzu eine interessante Alternative. Während sich die Deammonifikation als effektive Technologie für die Behandlung von hochbelasteten Teilströmen auch auf

kommunalen Kläranlagen bereits bewährt hat, wurde die Technologie bisher nur wenig für die deutlich größeren Einsatzmöglichkeiten im Hauptstrom kommunaler Kläranlagen getestet oder umgesetzt.



Ziel dieses Projektes ist es innovative Reaktorkonzepte zu entwickeln und zu optimieren mit denen eine stabile Deammonifikation unter Hauptstrombedingungen möglich ist. Als vielversprechende Option könnten membranbelüftete Biofilmreaktoren (MBf) zum Einsatz kommen.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Qi Li, M.Sc.

Vanessa Acevedo, M.Sc.

## **Ganzheitliches Konzept zur Nachverfolgung von SARS-CoV-2 Varianten in Hessen (HeNaSarsV)**

### **Fördergeber:**

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (HMWK) und Hessisches Ministerium für Soziales und Integration (HMSI)

### **Förderzeitraum:**

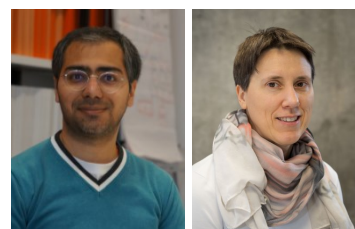
04.08.2021 - 31.12.2022

Die Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie hat bereits u. a. im Rahmen eines Projektes für die Region Frankfurt 2020 gezeigt, dass mit Hilfe von quantitativer Polymerasekettenreaktion (qPCR) SARS-CoV-2 und mittels Sequenzierung seine Varianten im Abwasser quantitativ nachweisbar sind. Trotz etablierter und bewährter Methoden zur Abwasseruntersuchung gibt es derzeit kein ganzheitliches Corona-Abwasser-Monitoring beispielsweise für ein deutsches Bundesland. Ein Grund sind die noch fehlenden Strukturen zur Datenverarbeitung/-nutzung sowie für die Bewertung der Ergebnisse durch nachgeordnete Stellen in Deutschland.

Mit diesem Forschungsvorhaben soll diese Lücke geschlossen werden und mit Hessen als Beispiel ein großflächiges Monitoring etabliert werden. Im Vordergrund steht die Standardisierung der Datenaufbereitung, Datenkommunikation und Bewertung der Ergebnisse in Zusammenarbeit mit dem hessischen Landesprüfungs- und Untersuchungsamtes im Gesundheitswesen (HLPUG). In einem Zeitraum von acht Monaten werden insgesamt ca. 200 Proben von hessischen Kläranlagen untersucht. Die Auswahl der Kläranlagen und die Frequenz der Beprobung erfolgte in Abstimmung mit den hessischen Ministerien (HMSI, HMWK, HMUKLV) und dem

HLPUG mit dem Ziel einer möglichst großen Abdeckung der Einwohnerzahl Hessens. Die Proben von insgesamt 18 Kläranlagenstandorten (24-Stunden-Mischproben) werden im Labor des FG WUB aufbereitet und untersucht. Die Analyse umfasst zum einen den Nachweis des Auftretens von SARS-CoV-2-Varianten in den Kläranlagen mittels Next Generation Sequencing sowie die quantitative Bestimmung der Variants of Concern (VOC). Die Daten werden möglichst gebündelt, engmaschig und bedarfsgerecht an das HLPUG weitergeleitet, welches diese epidemiologisch bewertet und mit den Gesundheitsämtern teilt. Hierfür wird ein neues standardisiertes Verfahren entwickelt, welches dann eine Referenz für ein flächendeckendes Corona-Abwasser-Monitoring bilden kann.

Hessen ist damit eines der ersten Bundesländer mit einem Konzept für ein ganzheitliches abwasserbasiertes Corona-Monitoring. Damit nähme Hessen eine Pionierrolle unter den deutschen Bundesländern ein. Das Vorhaben hat zudem das Potenzial, wichtige Erkenntnisse für zukünftige Monitoring-Strategien auch für andere Viren oder antibiotikaresistente Keime zu liefern.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. Susanne Lackner  
Dr.-Ing. Shelesh Agrawal  
Kira Zachmann, M.Sc.

## Abwasser-basierte Epidemiologie – ein mobiles Laborkonzept für den schnellen und flexiblen Einsatz

**Fördergeber:** HMWEVW (Förderprogramm Wissens- und Technologietransfer)

**Förderzeitraum:**

01.07.2021 – 31.12.2022

Vor mehr als einem Jahr, im März 2020 hat die Weltgesundheitsorganisation WHO die durch das Virus SARS-CoV-2 verursachte Erkrankung COVID-19 zu einer Pandemie erklärt. Für den Umgang mit einer solchen Pandemie ist ein guter Überblick über das Infektionsgeschehen und das Erkennen von Infektionsherden von entscheidender Bedeutung, wenn es um Eindämmungsmaßnahmen geht. Im Falle von COVID-19 ist für die Verfolgung des Ausbreitungsgeschehens kritisch, dass die Erkrankung bei einem nicht unerheblichen Teil der Infizierten asymptomatisch verläuft und ein Erkennen von infektiösen Personen teils sehr schwierig ist. Zusätzlich erschwert wird die Eindämmung der Virusverbreitung damit, dass infizierte Personen auch schon vor Auftreten von Symptomen infektiös sind und damit unwissentlich das Virus verbreiten.

Mit dem bekannt werden, dass mit SARS-CoV-2 infizierte Personen das Virus über den Stuhl oder Urin ausscheiden, und es somit möglich ist die Viren in häuslichem Abwasser nachzuweisen, haben zahlreiche Forschungsgruppen weltweit begonnen Methoden und Konzepte für ein Abwasser-basiertes Monitoring von SARS-CoV-2 zu erarbeiten und zu testen.

In den letzten Monaten hat sich der Fokus mehr und mehr auf die Mutationen des SARS-CoV-2 Virus konzentriert. Die Verbreitung der sogenannten Variants of

Concern (VOCs) zu erfassen und frühzeitig zu erkennen ist der nächste Baustein in der Eindämmung der Pandemie. Auch hier kann die Abwasseranalytik helfen. Denn es ist möglich auch Mutationen des SARS-CoV-2 Virus in Abwasserproben mittels Genomsequenzierung nachzuweisen.

Probentransport und Probenlagern haben einen hohen Einfluss auf die Qualität der Analyseergebnisse. Daher ist eine schnelle Verarbeitung von Proben sehr entscheidend. Mobile Laboreinheiten können hier ein wichtiger zusätzlicher Baustein sein, um insbesondere auch die Analysezeit bis zum finalen Ergebnis deutlich zu verkürzen. Unter solch einem mobilen Labor kann ein ausgebautes Fahrzeug, ein Container oder ein Fahrzeughänger verstanden werden, der schnell und einfach von einem Ort zu einem anderen Ort transportiert werden kann und dadurch eine gewisse Mobilität ermöglicht. Während man vor Jahren unter einem mobilen Labor eher noch einen Koffer verstanden hat, der einfache Untersuchungen wie pH-Analysen ermöglichte, ist es heutzutage wichtig, auch komplexere Untersuchungen direkt vor Ort durchzuführen. Dabei ist es von hoher Relevanz, dass sich in dem mobilen Labor eine technische Ausstattung entsprechend dem Nutzen befindet, die mit der Ausstattung in einem regulären Labor vergleichbar ist.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Dr. rer. nat. Laura Orschler



## Das SARS-CoV 2 Genom im Abwasser-Monitoring der Pandemieentwicklung mittels Sequenzierung (SARS-GenA-Seq)

**Fördergeber:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

**Förderzeitraum:**

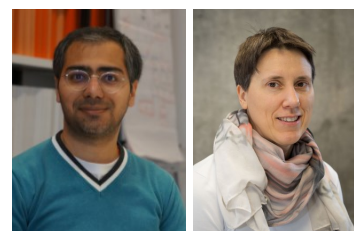
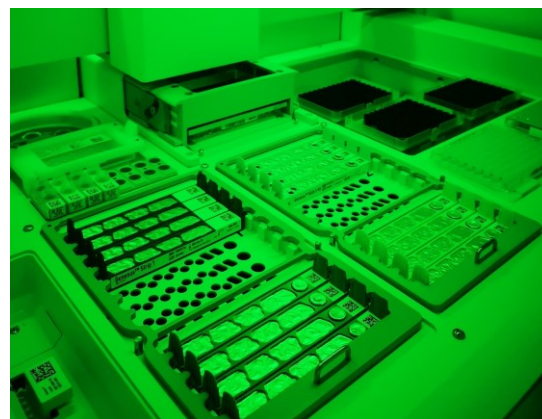
01.04.2021 – 31.03.2023

Die durch das Virus SARS-CoV-2 verursachte Erkrankung COVID-19 hat sich 2020 wahrscheinlich von China aus ausgebreitet und eine globale Pandemie verursacht. Dies führte im Frühjahr 2020 in vielen Ländern aufgrund der stark gestiegenen Fallzahlen zu erheblichen Belastungen der Gesundheitssysteme. Die Regierungen reagierten vielerorts mit oft strikten Ausgangsbeschränkungen, die teils bis heute anhalten bzw. nach Lockerungen im Sommer 2020 wieder verschärft werden mussten.

Die Meldesysteme des Gesundheitssektors kommen bei zu hohen Fallzahlen schnell an ihre Grenzen. Auch asymptomatische Personen die durch die Unwissenheit über die eigene Erkrankung das Virus weiterverbreiten sind problematisch. Den Nachweis, dass Abwasserproben unterstützen können, das Infektionsgeschehen zu verfolgen, weil diese nicht von Testkapazitäten, Teststrategien oder asymptomatischen Verläufen beeinflusst werden, wurde bereits in verschiedenen Studien weltweit gezeigt. Noch wenig erforscht ist das Potential von Abwasserproben als Quelle für genomische Information und damit die Möglichkeit, Verbreitungswege des Virus und von Mutationen wie z.B. SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7, die sich in England vermehrt ausgebreitet hat, frühzeitig zu erkennen.

Die Ziele dieses Vorhabens liegen daher darin bei der Entwicklung von

Messverfahren und Konzepten um über die nächsten Monate und Jahre Mutationen bzw. Varianten und deren Ausbreitung möglichst großflächig über Abwasseranalytik zu erfassen. Dieses Projekt erforscht das Potential von Abwasser als Informationsquelle für die Verfolgung des epidemiologischen Geschehens mittels Genomsequenzierung. Um solche Untersuchungen in Abwasser schnell und zuverlässig durchführen zu können sind entsprechende Studien auch in Deutschland notwendig. Dazu müssen Probenahme, Probenaufbereitung und die Sequenziermethoden weiter auf die Matrix Abwasser angepasst werden um so einen wichtigen Beitrag zur Eindämmung der Pandemie zu liefern.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Kira Zachmann, M.Sc.

## RAaaO – Reduktion von Antibiotikaresistenzen mittels akustisch aktivierter Ozonierung

**Fördergeber:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

**Förderzeitraum:**

01.05.2020 – 30.04.2023

Das Projekt RAaaO (Reduktion von Antibiotikaresistenzen mittels akustisch aktivierter Ozonierung bei der weitergehenden Abwasserbehandlung), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Teil der Maßnahme „KMU-innovativ“, befasst sich in Zusammenarbeit mit der up2e! GmbH mit der Entwicklung und Optimierung einer neuen und kostengünstigeren Kombination von Ultraschall und Ozonierung als Methode zur Reduktion von Antibiotikaresistenzen im Zuge der vierten Reinigungsstufe. Die Belastung der Gewässer mit Antibiotikaresistenzen (AR) hat in den letzten Jahren zusehends an Aufmerksamkeit gewonnen. Kläranlagen als eine Schnittstelle zwischen urbanem Raum und Umwelt sind ein möglicher Eintragspfad und werden deshalb vermehrt untersucht. Um eine weitgehende Reduktion des Austrags von AR über Kläranlagen zu erreichen, müssen die bisher eingesetzten Technologien auf ihre Wirksamkeit untersucht und ggf. aufgerüstet werden.

Die Reinkulturen, mit denen diese Thematik untersucht werden soll, wurden in Voruntersuchungen bereits auf ihre Antibiotikaresistenzen untersucht, sodass die gewonnenen Erkenntnisse nun als Grundlage für weitere Untersuchungen mit Ozon und Ultraschall genutzt werden können.

Zur Analyse der Wirksamkeit von Ultraschall und Ozon auf die Elimination von Antibiotikaresistenzen wurde von up2e! GmbH eine Pilotanlage entwickelt. Derzeit

werden erste Testläufe mit Reinkulturen in der Anlage durchgeführt. In Laboranalysen wird das Wiederaufkeimungspotential mittels der optischen Dichte bestimmt. Die Anzahl der Zellen und ihre Membranintegrität vor und nach der Ozon-/Ultraschallbehandlung können im Durchflusszytometer betrachtet und die Antibiotikaresistenzgene mittels PCR detektiert werden.



Anschließend sollen weitere Untersuchungen in der Pilotanlage mit Proben aus dem Kläranlagen-Ablauf vorgenommen werden, um das Ziel des Projektes, die Entwicklung und Optimierung einer neuen und kostengünstigeren Kombination von Ultraschall und Ozonierung als Methode zur Reduktion von Antibiotikaresistenzen, zu erreichen.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr. rer. nat. Laura Orschler

Alice Löffler, M.Sc

## Rue-ARG – Rückhalt antibiotikaresistenter Keime und Gene

**Fördergeber:** Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

**Förderzeitraum:**

01.04.2020 – 31.03.2023

Im von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt Rue-ARG (Rückhalt antibiotikaresistenter Keime und Gene in Kombination mit Spurenstoffadsorption mittels einer neuen PAK/UF-Kombination) beforscht das Fachgebiet Abwasserwirtschaft gemeinsam mit den Entsorgungsbetrieben der Landeshauptstadt Wiesbaden (ELW), der Microdyn-Nadir GmbH und der Hochschule Darmstadt die Leistungsfähigkeit eines Ultrafiltrations-Membranverfahrens als Barriere für ARB und ARG mit gleichzeitiger Spurenstoffreduktion mittels Aktivkohle.



Das beantragte Forschungsvorhaben soll vertiefte Kenntnisse insbesondere über den Rückhalt von antibiotika-resistenten Bakterien (ARB) und Resistenzgenen (ARG) liefern. Dieser Ansatz geht über die meisten bisherigen Bemühungen hinaus, die sich ausschließlich mit dem Thema Spurenstoffreduktion beschäftigen. Das Projekt verfolgt einen integrierten Ansatz, bei dem über die vierte Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination hinausgegangen wird.

Es hat sich gezeigt, dass DNA-Extraktionsmethoden einen Einfluss auf das Mikrobiom haben, das im Zufluss und im Permeat einer Ultrafiltrationsanlage im Pilotmaßstab in Kombination mit pulverförmiger Aktivkohle (PAK/UF) für die fortgeschrittene Abwasserreinigung vorhanden ist. Neben den Extraktionskits wies auch das Wasservolumen, das zur Erfassung der Biomasse aus den Permeatproben verwendet wurde, erhebliche Unterschiede auf. In den Permeatproben wurde eine geringe DNA-Ausbeute festgestellt, da die Biomasse durch die UF-Membran stark reduziert wurde.

Die tageszeitlichen Schwankungen der Abwasserströme sind ein häufiges Phänomen, das mit den Spitzenzeiten des Wasserverbrauchs zusammenhängt. Es hat sich gezeigt, dass diese tageszeitlichen Schwankungen den Massenfluss von Antibiotika im Abwasser beeinflussen. In weiteren Studien muss untersucht werden, ob diese kurzfristigen stündlichen Schwankungen auch bei den Antibiotikaresistenzen in der Pilotanlage zu beobachten sind.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner  
Dr.-Ing. Shelesh Agrawal  
Janina Mattersdorf, M.Sc.  
Franziska Kirchen, M.Sc.

## VACNTs-TriWaSys – Multiplex-Sensor zur schnellen Online-Hygieneüberwachung auf Basis vertikal ausgerichteter Kohlenstoffnanoröhren für Trinkwasserverteilungssysteme

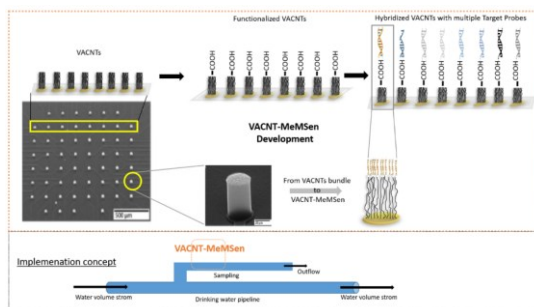
### Fördergeber:

Alfred-Kärcher-Förderstiftung, Forum interdisziplinäre Forschung (FiF)

### Förderzeitraum:

01.07.2020 – 30.04.2022

Eines der größten Gesundheitsrisiken der Menschheit ist die mikrobielle Kontamination von Trinkwasser. Kontaminationen entstehen entweder durch die autochthone Population in der Wasserquelle selbst oder durch das unbeabsichtigte Eindringen in Speicher- oder Verteilungssysteme durch mangelnde Hygiene oder Isolierung. In Deutschland schreibt die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) aus diesem Grund den Wasserversorgern vor, die Qualität des Trinkwassers regelmäßig zu kontrollieren. Dadurch soll eine hygienisch einwandfreie Wasserqualität gewährleistet werden, die durch festgelegte Probenfrequenzen und standardisierte Analysemethoden sichergestellt werden (TrinkwV, 20011). Diese Methoden basieren in der Regel jedoch auf der Kultivierung von Mikroorganismen, die nicht nur arbeitsintensiv und zeitaufwendig sind, sondern auch spezielle Analyselabors erfordern.



Das Projekt VACNT-TriWaSys konzentriert sich auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Versuchsgruppen in den Abteilungen für Bau- und Umweltingenieurwesen und Chemie, um die Verwendung von Kohlenstoffnanoröhren als intelligentes Biomaterial für die Qualitätsüberwachung von Trinkwasser zu nutzen. Insbesondere wird die Funktionalisierung vertikal ausgerichteter Kohlenstoffnanoröhren (VACNTs) untersucht, um ausgewählte Mikroorganismen zu detektieren. Aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit von VACNTs, ändert sich ihr spezifischer Widerstand, wenn die ausgewählten Krankheitserreger an ihre Oberfläche gebunden werden. Durch die Anlagerung der Krankheitserreger an die VACNT-Strukturen entsteht eine Änderung des elektrischen Potentials, welches mit Hilfe eines Signalumwandlers die An- oder Abwesenheit des jeweiligen Krankheitserregers detektiert. Das Projekt zielt darauf ab, den Grundstein für ein neues Erfassungsprinzip für wasser-assoziierte Krankheitserreger, insbesondere im Trinkwasser, zu legen. Aufgrund der Möglichkeit, Kohlenstoffnanoröhren in größeren Arrays anzuordnen, lassen sich mikroskalige Sensoren aus Millionen einzelner Kohlenstoffnanoröhren herstellen. Das Projekt zur Entwicklung von Multiplex-Sensoren wird von der Alfred-Kärcher-Förderstiftung und dem Forum interdisziplinäre Forschung (FiF) der TU Darmstadt gefördert.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Dr. rer. nat. Laura Orschler

### 2.3.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### **Bachelorarbeiten**

Reduktion von Antibiotikaresistenzen mittels akustisch aktivierter Ozonierung für zwei Reinkulturen

#### **Masterarbeiten**

Influence of the C/N ratio on N<sub>2</sub>O emissions in a Membrane Aerated Biofilm Reactor (MABR) used for Shortcut Nitrogen Removal

Data-driven Optimisation of a Membrane Filtration Stage to Improve Operational Stability  
Weitergehende Charakterisierung des gelösten organischen Kohlenstoffs in kommunalem Abwasser

Start-Up and Operation of A Mainstream Two-Stage Deammonification Process at Pilot-Scale

Entwicklung neuer Strategien für das Konzept des abwasser-basierten Monitorings am Beispiel von Sars-CoV 2

Optimierung der Abbauleistung der Nitrifikationsstufe durch Vergrößerung der Oberfläche des Festbettmaterials auf dem Klärwerk Wiesbaden-Biebrich

### 2.3.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Lackner, S., 55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft, 09.-11.03.2022, Webkonferenz
- Lackner, S., PharmaForum: Pharma trifft Medizintechnik, Wiesbaden, 23.03.2022
- Agrawal, S.; Orschler, L., Konferenz: Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies (LET 2022), Reno, Nevada, 27.03.-02.04.2022
- Agrawal, S.; Mattersdorf, J., Konferenz: International Symposium on Microbial Ecology, Lausanne, Schweiz, 14.-19.08.2022
- Das, O., Status Seminar: Forschungskooperationen des BMBF und MOST, Israel, 24.-28.10.2022

### 2.3.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

#### Veröffentlichungen:

- Acevedo Alonso, V., Lackner, S.: Are K-strategists yield-strategists in disguise? An example from autotrophic nitrogen removal. *Biotechnology and Bioengineering*. 1-11. (2022) <https://doi.org/10.1002/bit.28058>
- Agrawal, S., Orschler, L., Schubert, S., Zachmann, K., Heijnen, L., Tavazzi, S., Gawlik, B.M., de Graaf, M., Medema, G. and Lackner, S.: Prevalence and circulation patterns of SARS-CoV-2 variants in European sewage mirror clinical data of 54 European cities. *Water Res.* 214, 118162 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118162>
- Agrawal, S., Orschler, L., Tavazzi, S., Greither, R., Gawlik, B.M., Lackner, S. and Roux, S.: Genome Sequencing of Wastewater Confirms the Arrival of the SARS-CoV-2 Omicron Variant at Frankfurt Airport but Limited Spread in the City of Frankfurt, Germany, in November 2021. *Microbiology Resource Announcements* 11(2), e01229-01221. (2022) <https://doi.org/10.1128/MRA.01229-21>
- Bitter, H.; Krause, L.; Kirchen, F.; Fundneider, T.; Lackner, S.: Semi-crystalline microplastics in wastewater plant effluents and removal efficiencies of post-treatment filtration systems. *Water Research X*. 17 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2022.100156>
- Calderón-Franco, D., Orschler, L., Lackner, S., Agrawal, S. and Weissbrodt, D.G.: Monitoring SARS-CoV-2 in sewage: Toward sentinels with analytical accuracy. *Science of The Total Environment* 804, 150244. (2022) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150244>
- Kampouris, I.D., Alygizakis, N., Klümper, U., Agrawal, S., Lackner, S., Cacace, D., Kunze, S., Thomaidis, N.S., Slobdonik, J., Berendonk, T.U.: Elevated levels of antibiotic resistance in groundwater during treated wastewater irrigation associated with infiltration and accumulation of antibiotic residues. *Journal of Hazardous Materials*. 423, 127155 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127155>
- Rühl, J., Agrawal, S., Engelhart, M.: Efficacy of thermal hydrolysis for boosting specific methane yield depending on temperature-normalized solids retention time in an activated sludge process. *Environmental Science: Water Research and Technology*. 8(12), pp. 2971–2980 (2022) <https://doi.org/10.1039/D2EW00206J>

- Sinn, J., Agrawal, S., Orschler, L. and Lackner, S.: Characterization and evaluation of waste stabilization pond systems in Namibia. *H2Open Journal* 5(2), 365-378. (2022) <https://doi.org/10.2166/h2oj.2022.004>
- Wilhelm, A., Agrawal, S., Schoth, J., Meinert-Berning, C., Bastian, D., Orschler, L., Ciesek, S., Teichgräber, B., Wintgens, T., Lackner, S., Weber, F.-A. and Widera, M.: Early Detection of SARS-CoV-2 Omicron BA.4 and BA.5 in German Wastewater. *Viruses* 14(9). (2022) <https://doi.org/10.3390/v14091876>
- Wilhelm, A., Schoth, J., Meinert-Berning, C., Agrawal, S., Bastian, D., Orschler, L., Ciesek, S., Teichgräber, B., Wintgens, T., Lackner, S., Weber, F.-A. and Widera, M.: Wastewater surveillance allows early detection of SARS-CoV-2 omicron in North Rhine-Westphalia, Germany. *Science of The Total Environment* 846, 157375. (2022) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157375>

### Konferenzbeiträge:

- Lackner, S.: Nachweis von Virus-Varianten über den Abwasserpfad – Möglichkeiten für ein Frühwarnsystem. (2022) 55. Essener Tagung für Wasserwirtschaft.
- Lackner, S.: Auf den Spuren von SARS-CoV-2 in Abwasser – Entwicklungen bei der Sequenzierung von Abwasserproben. (2022) PharmaForum: Pharma trifft Medizintechnik
- Agrawal, S.: Developing a holistic approach to monitor ARG and ARB in the effluent of an Ultrafiltration Membrane. (2022) Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies.
- Orschler, L.: Monitoring the temporal dynamics of Sars-CoV-2 VOC B.1.17 in Germany with genome sequencing. (2022) Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies.
- Agrawal, S.: Crosstalk between pre- and post-genomic techniques to monitor ARG and ARB in the effluent of an ultrafiltration membrane. (2022) International Symposium on Microbial Ecology.
- Mattersdorf, J.: Impact of the diurnal variation in the resistome entering the wastewater treatment plant on the performance of an ultrafiltration membrane. (2022) International Symposium on Microbial Ecology.
- Das, O.: Forschungsstand des Projektes „Red-CO2-PNA“. (2022) Statusseminar Forschungsk Kooperationen BMBF und MOST

## 2.4 Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung

### 2.4.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Raum- und Infrastrukturplanung

Positioniert an der Schnittstelle zwischen Raum-, Infrastruktur- und Umweltpfplanung, ist die Forschung des Fachgebiets als problemorientierte Grundlagenforschung zu verstehen: Einerseits werden bestehende Herausforderungen einer nachhaltigen Raum- und Infrastrukturentwicklung aufgezeigt und Orientierungswissen für planerische Problemlösungen erschlossen. Gleichzeitig werden aber auch theoretisch relevante Fragestellungen und Ansätze der sozialwissenschaftlichen Raum-, Technik- und Umweltforschung weiterentwickelt.

Die Forschung konzentrierte sich auf folgende Schwerpunkte:

- Infrastrukturprobleme und planerische Lösungsansätze in verschiedenen Raumkontexten.
- Neue Aufgaben der Raum- und Infrastrukturplanung angesichts weltweit differenzierter Trends zur rasanten Verstädterung, zunehmender Umweltrisiken, klimatischen Veränderungen und technischen Innovationen.
- Governance der Stadt- und Regionalentwicklung zwischen Planung und Selbstorganisation in Süd und Nord.

In der Lehre des Fachgebiets wird ein Verständnis von städtischen und regionalen Entwicklungsprozessen sowie dem Wandel von technischen Infrastruktursystemen vermittelt. Zugleich wird ein Überblick über institutionelle Struktur, Methoden und Instrumente der Raum- und Infrastrukturplanung gegeben. Anhand konkreter Fallbeispiele werden planerische Lösungsansätze für aktuelle Herausforderungen der Raum- und Infrastrukturentwicklung beleuchtet. Das Fachgebiet verfolgt einen interdisziplinären Ansatz, der sowohl auf Studierende der Architektur, des Bau-, Wirtschafts- und Umweltingenieurwesens als auch auf geo- und sozialwissenschaftliche Disziplinen zugeschnitten ist. Mit einer internationalen Ausrichtung umfasst der vom Fachgebiet angebotene Modulkatalog auch Fächer für Studierende des Masterprogramms Sustainable Urban Development.

Seit November 2016 wird das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung kommissarisch von Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke geleitet.

**Kommissarische Fachgebietsleitung**  
Raum- und Infrastrukturplanung  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke





## 2.4.2 Laufende Forschungsprojekte

### Gefährdungsanalyse von Verkehrsinfrastrukturen gegenüber Klimaauswirkungen

#### Grundlagen für ein Hessisches Schwerpunktprogramm Klimaanpassungen an Landesstraßen

##### Fördergeber:

Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsamt

##### Förderzeitraum:

01.04.2022 – 31.03.2023



Um die hessischen Klimaziele zu erreichen, wurde im März 2017 der Integrierte Klimaschutzplan Hessen 2025 beschlossen. Die darin enthaltene Maßnahme V 22 hat explizit die Erhöhung der Resilienz der hessischen Straßenverkehrsinfrastruktur zum Ziel. Die Bearbeitung dieser Maßnahme erfolgt als Kombination aus einem wissenschaftlich geprägtem Grundlagengutachten und einer Handlungshilfe für Hessen Mobil zur Entwicklung des Schwerpunktprogramms „Klimaanpassung an Landesstraßen“.

In dem im letzten Jahr durchgeführten Grundlagengutachten wurden die durch Veränderungen der Klimagrößen Temperatur, Niederschlag und Wind auftretenden Gefahren für die von Hessen Mobil verwaltete Verkehrsinfrastruktur systematisch aufbereitet. Die Gefährdungsanalyse hat gezeigt, dass einheitlichen Maßnahmen zur Gefährdungsminimierung auf Landesstraßen weder auf Landesebene noch auf Klimaregionsebene möglich sind.

Statt-dessen muss jedes Bauwerk auf seine individuelle Gefährdung geprüft und geeignete Maßnahmen zu deren Minimierung bestimmt werden.

In dem Follegutachten erarbeitet das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung ein Verfahren zur Entwicklung individueller Anpassungsstrategien gegenüber Klimaveränderungen, welche sich auf die unterschiedlichen Bauwerke im System der hessischen Straßenverkehrsinfrastrukturen anwenden lassen. Aufbauend auf die im Grundlagen-gutachten ausgewiesenen wesentlichen Gefährdungsfaktoren wurden die ersten Schritte für das Follegutachten in einem Lenkungs-kreistreffen am 22. März 2022 besprochen. Um konkrete Handlungsempfehlungen formulieren zu können bedarf es der Expertise von Expert\*innen aus den Bereichen Planung, Bau und Betrieb, welche mit Hilfe von Interviews abgefragt und anschließend in das Gutachten integriert wird.

Ein monatlicher Lenkungs-kreis zur Besprechung der Arbeitsstände und die Einbindung verschiedener Fach-abteilungen bilden den Rahmen zur Erstellung des Gutachtens, welches bis März 2023 an Hessen Mobil übergeben wird.



##### Kontaktpersonen

Luisa Ritter, M.Sc.

Audrey Bourgoïn, M.Sc.

Benjamin D. Kraff, M.Sc.

## Nachhaltiges und strategisches Flächenmanagement mit Ökokonten

### Fördergeber:

Deutsche Bahn

### Förderzeitraum:

01.12.2021 – 15.04.2023

Ende 2021 startete das von der Deutschen Bahn beauftragte Projekt „Nachhaltiges und strategisches Flächenmanagement mit Ökokonten“.

Im Zuge des Neu- und Ausbaus der Schieneninfrastruktur entstehen regelmäßig Eingriffe in Natur- und Landschaft, die normalerweise an anderer Stelle ausgeglichen werden müssen. Durch die Nutzung von Ökokonten soll ein nachhaltiges und strategisches Flächenmanagement bei der Deutschen Bahn ermöglicht werden, welches neben dem gesetzlich geforderten Ausgleich weitergehende Mehrwerte generieren soll. Hierfür müssen geeignete Flächen im Naturraum des Eingriffs mit geeigneten Maßnahmen ökologisch aufgewertet werden. Die Deutsche Bahn verfolgt das Ziel, diese Kompensation frühzeitig durch geeignete Maßnahmen auf möglichst eigenen Flächen zu realisieren und mittels Ökokonten zu verwalten.

Das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung evaluiert den derzeit von der Deutschen Bahn verfolgten Ansatz

hinsichtlich der rechtlichen und organisatorischen Umsetzbarkeit. Vorschläge zur Modifizierung werden erarbeitet und alternative Vorgehensweisen werden mit in die Betrachtung aufgenommen. Unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird eine zusammenfassende Bewertung des geplanten Flächenmanagements gegeben.

Die Projektlaufzeit beläuft sich auf insgesamt knapp ein Jahr.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. Hans-Joachim Linke

Jan Schmid, M.Sc.

Laura Mato, M.Sc.

### 2.4.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### Bachelorarbeiten

- Gefährdung von Schienenverkehrsinfrastruktur infolge des Klimawandels - untersucht am Beispiel des Rhein-Main-Gebiets
- Klimaschutz als Aufgabe der Stadtplanung – untersucht an der Wissenschaftsstadt Darmstadt
- Die Rolle der Bürger\*innen bei der Entwicklung und Etablierung neuer Mobilitätskonzepte  
Der Einfluss von Grünstreifen in Großstädten auf den nichtmotorisierten Individualverkehr  
- Untersuchung am Beispiel der Stadt Kopenhagen
- Wiederaufbau von Abwasserinfrastruktur in Katastrophengebieten - Untersuchung am Beispiel der Flutkatastrophe Ahrtal
- Gewappnet für den Klimawandel? - Untersuchung der Robustheit städtischer Strukturen gegenüber dem Klimawandel
- Umsetzung der Energiewende durch regionale Zusammenarbeit – untersucht an der Wissenschaftsstadt Darmstadt und deren Umland
- Beitrag quartiersbezogener Mobilitätskonzepte zur gerechteren Aufteilung der vorhandenen Verkehrsfläche
- Städtische und systemische Resilienz in der Wasserversorgung - untersucht am Beispiel des Rhein-Main-Gebiets
- Sustainable Development and Resilience in the Water Supply Sector
- Analyse der Fahrradwege und deren Entwicklung innerhalb Darmstadts
- Hochwasservorsorge in der Raumordnung: Der Länderübergreifende Raumordnungsplan für den Hochwasserschutz
- Mobilitätsstationen - Umstieg zu einer umweltfreundlichen Mobilität
- Resilienz von ländlichen Räumen & Dörfern
- Leitbild und Handlungsfelder der resilienten Stadt
- Mobilitätsstationen - Umstieg zu einer umweltfreundlichen Mobilität
- Herausforderungen und Möglichkeiten bei der Umsetzung der Mobilitätswende - untersucht an ausgewählten Fallbeispielen aus der Stadt Darmstadt und dem Landkreis Darmstadt-Dieburg
- Klimaschutz als Aufgabe der Stadtplanung – untersucht an der Stadt Frankfurt am Main

## Masterarbeiten

Klimaschutz in der kommunalen Bauleitplanung – untersucht am Beispiel der Stadt Aschaffenburg

DB-Ökokonten – bloße Erfüllung von Rechtspflichten oder Schaffung von ökologischem Mehrwert?

Räumliche Analyse für Photovoltaikanlagen potenziell geeigneter Gebiete aus sozio-ökologischer Perspektive

Perspektiven der Wohnraumentwicklung der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main

Lokale Energienetze in neuen Baugebieten

Wie muss eine Zuwanderungspolitik unter den Rahmenbedingungen des Klimawandels und der damit verbundenen Klimaflüchtlinge gestaltet werden, um eine erfolgreiche Integration der Klimaflüchtlinge auf kommunale Ebene sicherzustellen. Eine Analyse am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main

Building Back Better: The Influence of the COVID-19 Pandemic on Sustainable Development in Informal Settlements in Sub-Saharan Africa

Energieeffiziente Wohnquartiere

Flächenkonkurrenzen im Straßenraum am Beispiel der Wissenschaftsstadt Darmstadt

#### 2.4.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Nobis, Kim; Linke, Hans-Joachim (2022): Exkursion „Entwicklung ländlicher Räume“, 18.-20.05.2022, Großraum Limburg, Lahn & Rheinland-Pfalz.

#### 2.4.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

##### Veröffentlichungen:

Linke, Hans-Joachim., Ritter, Luisa, Bourgoïn, Audrey, Kraff & Salemons, Fabian (2022): Gefährdungsanalyse von Verkehrsinfrastrukturen gegenüber Klimaauswirkungen. Forschungsgutachten im Auftrag von Hessen Mobil.

##### Konferenzbeiträge:

Bourgoïn, Audrey (2022): Evaluation of the climate adaptation plans of cities against heat waves using the impact logic of municipal action: A study of medium-sized cities in the "warmest climatic regions" of Germany. International Conference on Sustainable Urban Development, 20.10.2022, Vietnamese-German-University, Ho-Chi-Minh-City (Vietnam).

Kraff, Benjamin D. (2022): Analysis of the effects of urban mobility concepts on the socio-technical transformation process in major cities: A qualitative study of transforming European cities. International Conference on Sustainable Urban Development, 20.10.2022, Vietnamese-German-University, Ho-Chi-Minh-City (Vietnam).

Kraff, Benjamin D.; Bourgoïn, Audrey (2022): Ergebnisse der Gefährdungsanalyse von Verkehrsinfrastrukturen gegenüber Klimaauswirkungen (Auftragsforschung Hessen Mobil). VSVI-Seminar, Klimawandel und Verkehrsinfrastruktur, 23.03.2022, Vereinigung der Straßen- und Verkehrsingenieure Hessen e.V., Wiesbaden

## 2.5 Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

### 2.5.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek studierte von 1976 bis 1983 Chemie an der damaligen Technischen Hochschule Darmstadt. Daran schloss sich eine Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin mit dem Schwerpunkt Abfallwirtschaft beim Öko-Institut e.V. in Darmstadt an. Zwischen 1987 und 1990 war sie Doktorandin am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz im Bereich Biogeochemie und promovierte 1990 an der Universität Mainz mit einer Arbeit zur Analytik von Organozinnverbindungen in der Umwelt. Von 1990 bis 1999 arbeitete sie als Projektmanagerin bei Lahmeyer International in Frankfurt (seit 1998: ERM Lahmeyer International) und führte Forschungs- und Beratungsprojekte in den Bereichen Abfallwirtschaft und Stoffstrommanagement, Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und Umweltmanagement durch. 2000 wurde Liselotte Schebek als Professorin für das Fachgebiet „Industrielle Stoffkreisläufe“ des Instituts IWAR an die TU Darmstadt berufen. Im Rahmen einer institutionellen Kooperation war sie von 1999 bis 2012 gleichzeitig tätig als Leiterin der Zentralabteilung technikbedingte Stoffströme am Institut für Technische Chemie (seit 2008 am Institut für Technikfolgenabschätzung) des KIT, früher Forschungszentrum Karlsruhe. Seit 2016 ist sie die wissenschaftliche Leiterin des Bereiches „Wertstoffkreisläufe“ der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS). Die Forschungsinteressen von Prof. Schebek liegen vor allem in den Bereichen Life Cycle Assessment, Stoffstromanalyse, Kohlenstoffflüsse in der Technosphäre, Urban Mining, Ressourceneffizienz sowie Industrial Ecology.

Das Fachgebiet „Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR)“ wurde am 01.10.2013 aus den bisherigen Fachgebieten „Industrielle Stoffkreisläufe“ und „Abfalltechnik“ des Instituts IWAR gegründet. Das interdisziplinäre Team arbeitet an aktuellen Forschungsthemen mit Methoden der Natur-, Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Kreislaufwirtschaft und Sekundärrohstoffe, Umweltanalytik und Nachhaltigkeitsbewertung.

**Fachgebietsleitung**  
**Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft**  
 Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek



## 2.5.2 Laufende Forschungsprojekte

### WieBauin – Wiederverwendung Baumaterialien innovativ

#### Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

#### Förderzeitraum:

01.10.2018 – 30.09.2023

Gebäude enthalten erhebliche Mengen an Bauteilen und Rohstoffen und sind somit ein ökologisch und ökonomisch relevanter Teil des anthropogenen Rohstofflagers. Trotz Fortschritten in deren Erforschung bestehen noch immer erhebliche Wissenslücken im Verständnis dieser Lager. Genaue Informationen wie Daten bezüglich der Menge, der Art, der Verfügbarkeit oder der regionalen Verteilung der wiederverwendbaren Bauteile und Materialien sind noch nicht abschließend bekannt. Auch aktuelle und zukünftige Entwicklungen sowie die Wechselwirkungen der damit verbundenen Stoffströme wurden bisher nur unzureichend untersucht. Die daraus resultierenden ökologischen Konsequenzen der Beeinflussung dieser Parameter sind somit nicht als trivial einzustufen



Das aktuelle Forschungsvorhaben „WieBauin – Wiederverwendung Baumaterialien innovativ“ strebt die Reduzierung der Inanspruchnahme von Flächen- und Rohstoffressourcen im Bausektor durch die Aktivierung von bisher nicht

wiederverwendeten Bauteilen und Baumaterialien an. Als Fallstudie dient der Landkreis Darmstadt-Dieburg in Hessen, Deutschland. Im Fokus steht hierbei der ländliche Raum, in welchem von politischer Seite eine nachhaltige Innenentwicklung gefordert wird. Zu diesem Zweck werden Wertschöpfungsketten von Eigentümern abbruchreifer Gebäude hin zu Nutzern der beim Abbruch gewonnenen Bauteile und Baumaterialien geschaffen. Durch Schulungsmodule werden Architekten, Bauherren und Handwerker bei der Nutzung wiederverwertbarer Bauteile unterstützt.

Der Hauptbeitrag des Fachgebiets Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft der TU Darmstadt wird ein regional differenziertes Stoffstrommodell sein, welches die relevanten Lager und Flüsse in und zwischen den betrachteten Regionen abbildet. Dieses Modell erhält relevante Inputdaten aus einem GIS-basierten Materialkataster. Anhand von Szenarioanalysen werden mögliche Wechselwirkungen der Stoffströme untersucht, um eine Bewertungsgrundlage zu schaffen. Auf Basis der Ergebnisse des Stoffstrommodells werden mithilfe der Methode der Ökobilanz die potenziellen Umweltwirkungen der Implementierung der neu entwickelten Wertschöpfungsketten analysiert und bewertet.



#### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Christian Dierks, M.Sc.

## SWIVT II – Umsetzungsphase zu Siedlungsbausteinen für bestehende Wohnquartiere – Impulse zur Vernetzung energieeffizienter Technologien

### Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

### Förderzeitraum:

01.01.2018 – 30.06.2023

Im Anschlussvorhaben SWIVT II wird die im Vorfeldprojekt entwickelte Strategie für die Verknüpfung von Gebäudekonzepten im vernetzten Betrieb mit steuerungsoptimierten, innovativen Energietechnologien in der Postsiedlung in Darmstadt real umgesetzt. Nach erfolgreicher Verifizierung des SWIVT-Ansatzes durch theoretische und experimentelle Untersuchungen, Prototypenaufbau und gekoppelte Simulationen wollen die Projektpartner die Wirksamkeit der Ansatzlösung auf Systemebene in allen seinen Teilaspekten validieren. Auf der baulichen Ebene wird Low-Exergy im Bestand durch die Verknüpfung unterschiedlicher Gebäudekonzepte in einem thermischen und elektrischen Siedlungsnetz erprobt. Die Versorgung des Quartiers durch hohe Anteile an erneuerbaren Energien wird durch die effiziente Kopplung von Quellen und Senken, wie hybriden Energiespeichern mit unterschiedlichen Zeithorizonten, gewährleistet. Aus den im Rahmen von SWIVT entwickelten vorausschauenden Steuerungsalgorithmen wird ein „SWIVT-Controller“ erstellt und als Demonstrator in die Siedlung eingebaut. Der Controller ermöglicht eine ökonomisch und ökologisch optimierte, systemdienliche und sichere Betriebsstrategie der thermischen und elektrischen Anlagen des Quartiers. Ein belastbares Geschäftsmodell für die Verknüpfung der Interessen neuer und bestehender Akteure wird in der Praxis erprobt. Der systemische Ansatz von SWIVT dient

als Leitbild und Modell für eine nachhaltige, sichere und wirtschaftliche Stadtentwicklung.

Das Fachgebiet SuR übernimmt im Rahmen des Projektes die ökobilanzielle Bewertung und Skalierung der umgesetzten Maßnahmen. Dazu wird neben der Bewertung gemessener Verbrauchsdaten ein eigenes Messkonzept zur Evaluierung der Abgase aus der Wärmeversorgung erarbeitet.



## SWIVT II

Siedlungsbausteine  
für bestehende Wohnquartiere  
– Impulse zur Vernetzung  
energieeffizienter Technologien



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Niklas Scholliers, M.Sc.



## **Trans4Biotec – Know-how transfer in waste management for developing new biotechnology applications in developing countries**

### **Auftraggeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)

### **Förderzeitraum:**

01.01.2017 – 31.01.2022

Die Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen stellt nach wie vor in Entwicklungsländern ein erhebliches Problem dar. Derzeit besteht die Behandlung von Siedlungsabfällen in vielen dieser Länder aus einer gemeinsamen Sammlung aller Abfallfraktionen in einem Sammelgefäß und einer anschließenden Deponierung dieser Abfälle.

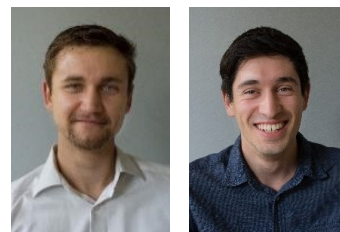
Im Rahmen des Projektes Trans4biotec soll am Beispiel Marokkos und der Elfenbeinküste untersucht werden, wie der existierende Umgang mit den vorhandenen Siedlungsabfällen, im Sinne einer nachhaltigen Abfallbewirtschaftung, verbessert werden kann. Dabei wird zunächst über eine Bestandsaufnahme der Ist-Zustand der Abfallbewirtschaftung aufgenommen und anschließend, im Rahmen von Experten:inneninterviews und Workshops mit Stakeholdern der Abfallbewirtschaftung, über Optimierungspotenziale diskutiert.

Zudem soll untersucht werden, ob sich biologische Siedlungsabfälle der beiden Entwicklungsländer für eine anaerobe Behandlung zur Erzeugung biobasierter Produkte (wie z.B. Schmierstoffe oder Lösemittel) eignen. Hierbei soll neben den biologischen Abfällen auch Deponiesickerwasser untersucht werden, da dieses in Entwicklungsländern meist nicht nachbehandelt wird und damit eine erhebliche Umweltgefährdung darstellt. Es soll daher untersucht werden, wie hoch das

Säurebildungs- und Produktpotential für dieses Medium ist sowie eine Handlungsempfehlung für die Sickerwasserbehandlung ausgearbeitet werden.

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen zur Abfallbewirtschaftung und zur Eignung der biologischen Abfälle sollen Handlungsempfehlungen zur Optimierung der existierenden Abfallwirtschaftssysteme der teilnehmenden afrikanischen Städte (Marrakech, Tétouan, Abidjan) erstellt werden.

Neben den genannten Forschungstätigkeiten ist auch die Ausbildung marokkanischer und ivorianischer Masterstudenten und Doktoranden im Bereich der Abfallbewirtschaftung Bestandteil dieses Vorhabens. Dadurch soll eine Verstetigung der erzielten Projektergebnisse erreicht werden.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr.-Ing. Jan Kannengießer

Alessio Campitelli, M.Sc.

## **Biotec2Future – Entwicklung eines Masterstudienprogramms „Environmental Biotechnology Engineering“ für Cote d'Ivoire und Marokko**

### **Auftraggeber:**

Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)

### **Förderzeitraum:**

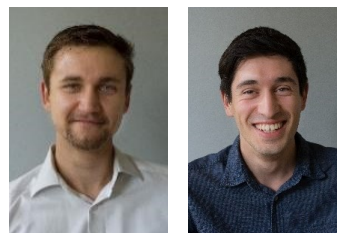
01.06.2020 – 31.12.2023

Gerade in Bezug auf die Endlichkeit fossiler Rohstoffe ist die Etablierung und Nutzung neuer Technologien und nachhaltiger Ressourcen immer mehr von Bedeutung. Eine Möglichkeit fossile Ressourcen zu schonen und dennoch den aktuellen Lebensstandard aufrecht zu erhalten bzw. zu verbessern sind bioökonomische Ansätze. In vielen Entwicklungsländern, wie beispielsweise der Elfenbeinküste oder Marokko, ist die Bioökonomie noch kein fester Bestandteil der aktuellen politischen und gesellschaftlichen Diskussion. Die Nutzung von Abfallbiomasse als Ausgangssubstrat für die Herstellung von biobasierten Produkten könnte eine Chance darstellen, durch den bioökonomischen Ansatz zur Verbesserung der Wirtschaft, Umwelt und der Lebensqualität der Bevölkerung beizutragen. Dies kann durch den Einsatz von Umweltbiotechnologien, wie bspw. Vergärungsanlagen, erreicht werden. Damit eine Biotechnologie eingesetzt werden kann und darauf aufbauend evtl. eine Bioökonomiestrategie entsteht, bedarf es eines gesellschaftlichen Wandels. Genau hier greift das vorgestellte Vorhaben ein und bildet Studierende mit entsprechender Fachkenntnis aus, stellt Kontakte zwischen Hochschulen und Wirtschaft her, fördert den aktiven Austausch von Wissenschaftler:innen innerhalb Afrikas und stellt den Kontakt zu etablierten Unternehmen in Deutschland in den Branchen

Abfallwirtschaft und Bioökonomie / Biotechnologie her.

Für die wissenschaftliche Ausbildung von Masterstudierenden werden daher Lehrveranstaltungen zu den Themen Bioökonomie, Ressourcenmanagement und Biotechnologien sowie praktische Arbeiten im Labor- bzw. Technikumsmaßstab angeboten. Des Weiteren wird den afrikanischen Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre Abschlussarbeit in Deutschland zu verfassen sowie auch Praktika bei den am Projekt teilnehmenden Praxispartnern zu absolvieren. Für den Aufbau eines Bioökonomie-Clusters in den Ländern sind Workshops in Marrakesch (Marokko) und Abidjan (Elfenbeinküste) geplant. Hierbei soll die Vernetzung von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft aufgebaut bzw. verstärkt werden.

Das Forschungsprojekt startete am 01. Juni 2020 und endet am 31. Dezember 2023. Die Koordination und Projektleitung übernimmt Herr Dr.-Ing. Jan Kannengießer. Des Weiteren ist Herr Alessio Campitelli, M.Sc. für die inhaltliche Bearbeitung des Vorhabens verantwortlich.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Dr.-Ing. Jan Kannengießer  
Alessio Campitelli, M.Sc.

## GNOSIS – Holistische Bewertung des elektrischen Fliegens

### Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

### Förderzeitraum:

01.07.2020 – 30.06.2023

Die Dekarbonisierung des Flugsektors stellt eine wichtige Maßnahme zur Erreichung der Klimaziele dar. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert daher innerhalb des sechsten zivilen Luftfahrtforschungsprogramms LuFo VI-1 Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines nachhaltigen, wirtschaftlichen und effizienten Lufttransportsystems der Zukunft.

Das Forschungsprojekt GNOSIS - Holistische Bewertung des elektrischen Fliegens verfolgt das übergeordnete Ziel, mithilfe der Entwicklung und Bewertung von (teil-)elektrischen Antriebskonfigurationen in Passagierflugzeugen für die Zukunft ein umweltverträgliches Luftverkehrssystem sicherzustellen. Auf Basis einer holistisch durchgeführten Analyse des Potenzials des elektrischen Fliegens soll die Bewertung von ausgewählten Technologiekombinationen auf Flugzeugvehikel- und Lufttransportsystem-Ebene ermöglicht werden. Die ganzheitliche Bewertung umfasst neben Ergebnissen in der räumlichen Dimension (Vehikel, Flughafen, Luftraum, Material- und Energiebereitstellung, etc.) und zeitlichen Dimension (Lebenszyklusanalyse) auch rechtliche Aspekte (Zertifizierbarkeit, Luftrecht).

Das am 01. Mai 2020 begonnene Projekt erfolgt unter der Leitung der RWTH Aachen innerhalb eines deutschlandweiten Verbundvorhabens von acht Universitäten über einen Zeitraum von drei Jahren. Die Projektbearbeitung am Fachgebiet Stoffstrommanagement und

Ressourcenwirtschaft wird von Frau Susanne Hanesch, M.Sc., übernommen. Hierbei sollen die technische Modellierung und Simulation der (teil-)elektrifizierten Flugzeugkonfigurationen in eine Lebenszyklusanalyse eingebunden werden, so dass eine ganzheitliche Untersuchung der ökologischen Auswirkungen der innovativen Flugkonzepte ermöglicht wird. Das Vorhaben unterteilt sich in Phase A, bei der ein 19-sitziges Passagierflugzeug modelliert werden soll, sowie in Phase B, in der eine Skalierung auf ein Flugzeug mit neun bzw. 50 Sitzplätzen und unterschiedlicher Reichweite erfolgt. Die abschließende Flugzeugbewertung wird jeweils für die beiden Bewertungshorizonte in den Jahren 2025 und 2050 durchgeführt. Dadurch können sowohl die in naher Zukunft als auch die längerfristig erreichbaren Effekte untersucht werden, um daraus Empfehlungen für künftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte abzuleiten.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Susanne Hanesch, M.Sc.

## **GlyChem – Innovationsraum: BioBall – Glykane und Koppelprodukte als biogene Wertstoffe (Teilprojekt B) – Umsetzungsphase**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.05.2020 – 30.04.2023

National, wie auch international gehen die aktuellen Bestrebungen weg von einer auf fossilen Rohstoffen basierenden Wirtschaft, hin zu einer Bioökonomie. In diesem Zusammenhang sollen durch den Innovationsraum BioBall, in dicht besiedelten und industrialisierten Ballungsräumen, Forschungsaktivitäten hin zu einer nachhaltigen biobasierten Wirtschaft verfolgt und gefördert werden. Die Förderung erfolgt dabei durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Das Forschungsprojekt Glychem ist dabei eines der Leitprojekte, die im Zuge von BioBall gefördert werden. Das Ziel von GlyChem besteht in der Entwicklung kosteneffizienter und ressourcenschonender Technologien zur stofflichen Nutzung von Glykanen aus kohlenhydratreichen bzw. lignocellulosischen Stoffströmen in der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main. Als Koppelprodukte der Glykane mit vergleichbarem Wertschöpfungspotential werden unpolare Carbonsäuren und Polyphenole gewonnen und im Hinblick auf ihr ökonomisches Potenzial evaluiert. Die Erschließung neuer stofflicher Nutzungswege für biogene Abfallströme soll zu einer Reduktion von Treibhausgasen beitragen.

Das Vorhaben wird von der Fraunhofer-Einrichtung für „Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie“ (IWKS) koordiniert. Als Projektpartner sind die Julius-Maximilians-Universität Würzburg, mit der

Professur für Polymere Funktionswerkstoffe, die Technische Universität Clausthal mit den Instituten für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik sowie Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik, wie auch die Technische Universität Darmstadt mit den Fachgebieten Technische Chemie II und Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft beteiligt. Das Vorhaben startete am 01. Mai 2020 und hat eine Projektlaufzeit von drei Jahren.

Das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, unter Leitung von Frau Prof. Dr. Liselotte Schebek, untersucht in diesem Vorhaben die Vergräbarkeit und das Bildungspotential an Carbonsäuren der Extraktionsrückstände der untersuchten kohlenhydratreichen bzw. lignocellulosischen Stoffströme (bspw. Apfeltrester und Kakaoschalen). Das Vorhaben wird hierbei von Herrn Michael Gottschling, M.Sc., unter der Leitung von Herrn Dr. Jan Kannengießer, bearbeitet.



### **Kontaktpersonen**

**Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek**  
**Dr.-Ing. Jan Kannengießer**

## **ReCirCE – Verbund-KI: Digital Lifecycle Record for the Circular Economy – Transparente Gestaltung von Stoffkreisläufen und Optimierung von Abfallsortierung mithilfe von Künstlicher Intelligenz**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

### **Förderzeitraum:**

01.10.2020 – 30.09.2023

Die Hälfte der deutschlandweit anfallenden Kunststoffabfälle wird derzeit energetisch verwertet, d.h. verbrannt. Damit stehen die wertvollen Kunststoffmaterialien einer ressourceneffizienten stofflichen Verwertung im Sinne der Kreislaufwirtschaft nicht mehr zur Verfügung. Die geringe Recyclingquote lässt sich in erster Linie mit der fehlenden Weitergabe von Informationen zwischen den unterschiedlichen Produktlebensphasen begründen. Unter Beteiligung des Fachgebiets Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) sollen im neuen Forschungsprojekt ReCirCE (Digital Lifecycle Record for the Circular Economy) deshalb sowohl eine cloudbasierte Lebenszyklusakte als auch ein Ressourceneffizienz-Tool entwickelt werden.

Die Weitergabe von Informationen entlang des Lebenszyklus ist für die Implementierung einer Kreislaufwirtschaft entscheidend. So benötigt ein recyclingfähiges Produktdesign Informationen zu den verfügbaren Recyclingverfahren, während die Weiterentwicklung von Recyclingverfahren eine Kenntnis der anfallenden Stoffströme voraussetzt. Im Projekt ReCirCE soll deshalb eine digitale und cloudbasierte „Lebenszyklusakte“ zu Kunststoffprodukten entwickelt werden, die Produktinformationen über den gesamten Lebenszyklus darstellt und zwischen

Produzenten und Entsorgern teilt. Zudem kombiniert ein KI-System die Daten der Lebenszyklusakte mit den Sensordaten einer hocheffizienten Sortieranlage und verbessert so die Präzision und Effizienz des Sortiervorgangs. Dadurch sind geringere Ausschussmengen und höhere Produktqualitäten zu erwarten. Darüber hinaus wird ein Ressourceneffizienz-Tool entwickelt, das Varianten von Produktgestaltung, Wertschöpfungsketten und Recyclingverfahren miteinander vergleicht und unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiert.

Das dreijährige Verbundprojekt ist am 01. Oktober 2020 gestartet und wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert. Die Koordination übernimmt die Firma GreenDelta. Die wissenschaftlichen Partner sind das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), die Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS), sowie das Fachgebiet SuR. Darüber hinaus ist der Verpackungshersteller Papier-Mettler als assoziierter Partner beteiligt. Das Fachgebiet SuR übernimmt die Leitung des Arbeitspakets „Bewertung von Stoffkreisläufen“, in welchem unter anderem das Ressourceneffizienz-Tool entwickelt wird.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Tabea Hagedorn, M.Sc.

## LIFE-3E – Environment-Energy-Economy

### Fördergeber:

European Union - LIFE programme

### Förderzeitraum:

01.10.2020 – 30.09.2024

Das Projekt zielt darauf ab, ein innovatives Verfahren zu entwickeln und zu demonstrieren, dass die Nachhaltigkeit von Kläranlagen in Küstengebieten fördert, indem es zur Sanierung und Wiederverwendung von Wasser beiträgt, das Kreislaufwirtschaftsparadigma begünstigt, erneuerbare Energiegewinnung vor Ort erzeugt und den Druck auf aquatische Ökosysteme minimiert. Dieser Ansatz wird die mit der Überbeanspruchung der natürlichen Süßwasserressourcen und dem externen Energiebedarf in den Kläranlagen verbundenen Umweltauswirkungen (und damit die negativen Auswirkungen der Energieerzeugung und des Energietransports auf Brennstoffbasis) verringern. Das Hauptziel von LIFE-3E ist es, zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Wasserressourcen beizutragen, indem mit einem innovativen konzeptbasierten Prototyp die effiziente Sanierung von Abwasser in küstennahen Kläranlagen, für städtische Bewässerungs- oder industrielle Zwecke gezeigt wird



LIFE-3E Projektlogo. (Bild: LIFE-3E Projektkonsortium)

Um das globale Ziel zu erreichen, wird die Integration fortschrittlicher Sanierungstechnologien auf der Grundlage von SGE umgesetzt. Die effiziente Wasserwiederverwendung im Rahmen des LIFE-3E-Prozesses wird durch ein Ökobilanz-Tool bewertet, um den Beitrag des Projekts zur Minimierung der Erschöpfung von Wasserquellen (Wassersanierung) und die Auswirkungen auf die Ökosysteme bei gleichzeitiger Reduzierung der Treibhausgasemissionen (Rückgewinnung erneuerbarer Energien) zu bewerten.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
 Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.  
 Diego Mauricio Olaya Pinto, M.Sc.

## **TransRegBio – Transformationsanalyse und Gestaltungskonzepte für eine regionale Bioökonomie**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.12.2019 – 30.11.2022

Das Konzept der Bioökonomie steht für die Umstellung der industriellen Produktion von fossilen auf nachwachsende Rohstoffe. Diese Transformation ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz, muss aber im Einklang stehen mit der Ernährungssicherheit einer wachsenden Weltbevölkerung. Der Innovationsraum BioBall hat sich zum Ziel gesetzt, den Technologie- und Strukturwandel hin zu einer bioökonomischen Wirtschaftsweise in der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main voranzutreiben und somit ein anschlussfähiges, nachhaltiges und in andere Regionen übertragbares Modell einer bioökonomischen Wertschöpfung zu entwickeln. Dafür stellt das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ bis zu 20 Mio. € zur Verfügung. Innerhalb von fünf Jahren sollen in unterschiedlichen FuEul-Projekten (Forschung, Entwicklung und Innovation) Technologien für die Bioökonomie erforscht und zu innovativen Wertschöpfungsketten weiterentwickelt werden.

Das Verbundprojekt „Transformationsanalyse und Gestaltungskonzepte für eine regionale Bioökonomie“ (TransRegBio) dient als Querschnittsprojekt, in dem zum einen die wissenschaftliche Begleitung der FuEul-Projekte stattfindet und zum anderen Modelle, Werkzeuge und Konzepte für die Bewertung und Gestaltung einer regionalen Bioökonomie entwickelt werden.

TransRegBio setzt sich dabei mit den folgenden Fragestellungen im Detail auseinander: Was sind Hemmnisse und Treiber für die Markteinführung von bioökonomischen Technologien? Welche Umweltwirkungen haben die bioökonomischen Technologien im Lebenszyklus? Und: Welchen Einfluss hat die durch bioökonomische Technologien verursachte Biomassenachfrage auf der makroökonomischen Ebene auf Phänomene wie die Landnutzung, biologische CO<sub>2</sub>-Speicherung und Biodiversität?

Die von den sieben Projektpartnern entwickelten Methoden und Erkenntnisse fließen in Instrumente und Handlungsleitfäden für Akteure der Bioökonomie ein.



**TransRegBio**



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Almut Güldemund, M.Sc.

## **SOKRATES – Systemische Optimierung komplexer Recycling-Abläufe zur Trennung von Elektroaltgeräten und Sortierung**

### **Fördergeber:**

Fraunhofer-Einrichtung IWKS

### **Förderzeitraum:**

01.04.2019 – 31.03.2022

Moderne Elektronikgeräte wie Smartphones beinhalten eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien, während gleichzeitig Komplexität und Miniaturisierung der Komponenten zunehmen. Großer Aufwand bei der Gewinnung der Rohstoffe sowie kürzer werdende Lebenszyklen erfordern die Rückgewinnung der eingesetzten Ressourcen. Landen beispielsweise die Platinen in der Eisenschmelze, sind die wertvollen Edel- und Seltenerdmetalle für den Wiedereinsatz verloren, weshalb eine bestmögliche Trennung der Komponenten für einen gezielten Einsatz der nachfolgenden Recyclingtechnologien notwendig ist.

Seit April 2020 läuft das Kooperationsprojekt zwischen der TU Darmstadt und der Fraunhofer-Einrichtung IWKS. Im Zuge dieses Projekts soll eine ganzheitliche Betrachtung der Prozesskette zur Verwertung von Elektro(nik)-Altgeräten erfolgen. Der Fokus liegt dabei vor allem auf der Verwendung von maschinellem Lernen in der sensorbasierten Sortierung. Ein Ziel soll die Verwendung von Hintergrundinformationen über andere Prozesse und das Eingangsmaterial sein, wodurch der Prozess besser auf den jeweiligen Input abgestimmt werden kann. Bearbeitet wird dieses, zunächst vom IWKS über 3 Jahre finanzierte Projekt, von Malte Vogelgesang, M.Sc., der für seine Forschung die am Standort Alzenau befindliche Sortieranlage verwendet. Dieses Projekt soll darüber hinaus auch den Grundstein für eine

engere Zusammenarbeit der beiden Einrichtungen legen.



**Modulare Sortieranlage bei Fraunhofer IWKS in Alzenau (Quelle: Fraunhofer IWKS)**

Aufbauend auf einer Analyse der Zusammensetzung von Elektronikaltgeräten werden etablierte Verfahren der Sortierung evaluiert. Systematische Versuche an der modularen Sortieranlage des Fraunhofer IWKS sollen die Fähigkeiten der sensorbasierten Sortierung identifizieren. Im Anschluss soll durch den Einsatz von maschinellem Lernen das Trainieren der Sensorik auf neue Inputströme schneller und genauer werden, als dies bislang von Hand möglich ist. Abschließend werden auch vor- und nachgelagerte Prozesse mit in die Betrachtung einbezogen und der Prozess vor ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten evaluiert



**Kontaktpersonen**  
**Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek**  
**Malte Vogelgesang, M.Sc.**



## **RessStadtQuartier – Urbanes Stoffstrommanagement: Instrumente für die ressourceneffiziente Entwicklung von Stadtquartieren**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.03.2019 – 28.02.2022

Stadtplanung stellt sich immer stärker als Planung auf der Quartiersebene dar: Hier lassen sich planerische und technologische Gesamtkonzepte und ökonomische Skaleneffekte realisieren. Zusätzlich stellt der Bestand der „gebauten Umwelt“ von Quartieren (Gebäuden und Infrastrukturen) ein Lager an Materialien dar, die bei Sanierung, Umbau oder Abbruch frei werden und als Sekundärrohstoffe in hochwertige Verwertungskreisläufe zurückgeführt werden sollten.

Die steigende Dynamik der Quartiersplanung ist daher eine Chance für die Etablierung eines urbanen Stoffstrommanagements, das bislang nur sektoral (z.B. im Energiebereich) und eher reaktiv (z.B. Verwertungskonzept bei Abriss) stattfindet. Die gegenwärtigen Hemmnisse für ein quartiersbezogenes Stoffstrommanagement liegen z.T. im fehlenden Bewusstsein für die Möglichkeiten von Planungsprozessen zur Beeinflussung der Ressourceneffizienz, z.T. aber auch in fehlenden Informationsgrundlagen und Instrumenten zur umfassenden Bewertung der Aspekte von Ressourceneffizienz auf Quartiersebene. Vor diesem Hintergrund verfolgt das Projekt die Ziele, Wissens- und Informationsgrundlagen sowie praxisbezogene Instrumente für ein quartiersbezogenes Stoffstrommanagement zu entwickeln und diese im Rahmen realer Planungsprozesse zu erproben.



Das Projekt entwickelt Methoden und Instrumente als „Werkzeugkasten für Ressourceneffizienz“ für die wissensbasierte Steuerung in kommunalen Planungsprozessen. Die realen Quartiersplanungen der kommunalen Partner Darmstadt und Wiesbaden geben die Anforderungsprofile für die wissenschaftlichen Arbeiten und das Umfeld der Erprobung des „Werkzeugkastens“ vor.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
 Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.  
 Bianca Koch, M.Sc.

## **ESTEM – Entwicklung einer standardisierten Vorgehensweise zur Ermittlung der eingesparten Treibhausgasemissionen aus Maßnahmen zur Materialeffizienz**

### **Fördergeber:**

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)

### **Förderzeitraum:**

01.03.2020 – 28.02.2023

Das Projekt „ESTEM – Entwicklung einer standardisierten Vorgehensweise zur Ermittlung der eingesparten Treibhausgasemissionen aus Maßnahmen zur Materialeffizienz“ hat die Aufgabe, eine Methodik zur Bewertung dieser Klimaschutzbeiträge durch Materialeffizienz zu entwickeln. Ressourcen- und Materialeffizienzmaßnahmen in der industriellen Produktion haben das Ziel über den reduzierten Energie- und Materialeinsatz die Emission von Treibhausgasen (THG) zu reduzieren. Eine standardisierte Methode zur Ermittlung der durch Materialeffizienzmaßnahmen eingesparten THG Emissionen existiert derzeit jedoch nicht. Als Basis für die Entwicklung des standardisierten Vorgehens werden Standards und Normenreihen herangezogen, deren Fokus zum einen auf der Bilanzierung von Ressourceneffizienz und Treibhausgasemissionen auf der Prozess- bzw. Produktebene und zum anderen auf der Klimabilanzierung von Unternehmen und Organisationen liegt. Darüber hinaus werden aus 25 Praxisfallbeispielen zu Materialeffizienzmaßnahmen aus dem produzierenden Gewerbe Anforderungen an die Methode abgeleitet. Das entwickelte Vorgehen soll auf klar definierte Bilanzobjekte, Bilanzgrenzen und Baselines, sowie auf einheitlichen lebenszyklusumfassenden Treibhausgasemissionsfaktoren für relevante Materialien und Materialgruppen beruhen und somit eine vergleichbare Bestimmung von THG-

Emissionseinsparungen aus Ressourcen – und Materialeffizienzmaßnahmen gewährleisten. Das Projekt wird vom VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) koordiniert und von folgenden Landesministerien gefördert: Baden-Württemberg (UM), Bayern (STMUV), Hamburg (BUKEA), Hessen (HMWVL) und Rheinland-Pfalz (MUEEF). Die wissenschaftliche Leitung liegt beim Steinbeis-Innovationszentrum (STZ) aus Pforzheim. Weitere Projektpartner sind die Sustain Consulting GmbH, sowie die Forschungsstelle Energiewirtschaft (FfE). Das Fachgebiet SuR übernimmt unter anderem die federführende Bearbeitung des Arbeitspakets „Exemplarische Analyse und Evaluierung von Materialeffizienz-Projekten“ und trägt in großem Umfang zur Bestandsaufnahme der Bewertungsmethoden, zur Entwicklung des methodischen Vorgehens, sowie zum Stakeholder Dialog bei.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.

Tabea Hagedorn, M.Sc.

## **DigInform – Digitales Informationsmanagement in der Akteurskette der Kreislaufwirtschaft in der produzierenden Industrie**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.04.2021 – 31.03.2023

Die Kreislaufwirtschaft trägt maßgeblich zu Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz bei, indem sie hochwertige Sekundärrohstoffe für die Wirtschaft zur Verfügung stellt. Dies erfordert jedoch eine enge Kooperation der verschiedenen Akteure in der Wertschöpfungskette. Die Digitalisierung bietet hier neue Möglichkeiten, diese Kooperation durch ein leistungsfähiges und sicheres Informationsmanagement zu unterstützen. Im Projekt „Digitales Informationsmanagement in der Akteurskette der Kreislaufwirtschaft in der produzierenden Industrie – DigInform“ werden die speziellen Anforderungen an das Informationsmanagementsystem aus verschiedenen Perspektiven ermittelt: der abfallerzeugenden Unternehmen, der abfallverwertenden Unternehmen und der Abnehmer von Sekundärrohstoffen. Hierzu werden über Workshops und Interviews weitere Experten und Praktiker aus den verschiedenen Gruppen einbezogen.



Diese Perspektiven werden in einem Akteursketten-übergreifenden Konzept des Informationsmanagements zusammengeführt, das die Grundlage der

datentechnischen Realisierung darstellt. Als gemeinsame sichere Datenbasis soll die Plattform TrustDBle genutzt werden, die auf einer intelligenten Kombination aus Blockchain- und Datenbank-Technologie aufbaut. Die Effekte des Informationsmanagements hinsichtlich Klimaschutz und Umweltwirkungen werden analysiert und hinsichtlich der Potenziale für die Kreislaufwirtschaft insgesamt bewertet. Die praktische Erprobung und Validierung des Informationsmanagementsystems wird im Kontext realer Unternehmensstrukturen des produzierenden Unternehmens der chemischen Industrie sowie des Entsorgungsbetriebes erfolgen. Gerade in kleineren Unternehmen in Deutschland kann durch die Implementierung eines solchen gemeinsamen Informationsmanagements mit erheblichen positiven Effekten hinsichtlich Nachhaltigkeit, aber auch Wettbewerbsfähigkeit und Innovation gerechnet werden.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr. techn. Alice Lopes

Tabea Hagedorn, M.Sc.

## Campus FreeCity – Reallabor zur Erforschung einer vernetzten Flotte modularer Roboterfahrzeuge

### Fördergeber:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)

### Förderzeitraum:

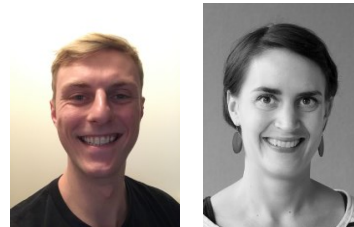
24.11.21 – 23.05.2024

Der öffentliche Individualverkehr verursacht einen erheblichen Anteil der deutschen klimarelevanten Emissionen und trägt zu weiteren umweltrelevanten Problemen wie etwa Stickoxidemissionen bei. Die Elektrifizierung birgt in diesem Zusammenhang deutliche Vorteile, denn in der Nutzung der Technologien entstehen keine direkten Emissionen mehr. Allerdings findet hier häufig eine Verschiebung der Emissionen in die Produktionsphase der ressourcenintensiven Technologien statt. Es ist also von besonderer Bedeutung die Wechselwirkung von Designentscheidungen auf die lebenszyklusbezogenen Emissionen einer Technologie zu berücksichtigen und diese mit Realdaten aus der Nutzung zu evaluieren.



„CityBot“-Fahrzeuge wie diese werden im Projekt „Campus FreeCity“ genutzt; Bild: EDAG Engineering GmbH

Ziel des Projektes ist die Evaluierung der ökologischen Auswirkungen der Einführung von autonomen Verkehrssystemen für den öffentlichen Individualverkehr. Dabei werden vor allem die folgenden Themenfelder berücksichtigt: Aufbau eines parametrisierten Ökobilanzmodells zur lebenszyklusbasierten Analyse der Umweltwirkung der Citybots, Wechselwirkung der aus der Optimierung resultierenden Effizienzsteigerungen auf Produktionsaufwände unter Berücksichtigung von Upscaling, Evaluierung der Nutzenphase unter Einbeziehung verschiedener Nutzungsszenarien und Energieerzeugungsszenarien sowie der Realdaten aus dem Living Lab.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
 Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.  
 Albert-Jan van Zuilichem, M.Sc.

## LC IT Age – Faster, easier, better? Life Cycle Modelling in the Information Age

### Fördergeber:

Merck Sustainability Hub

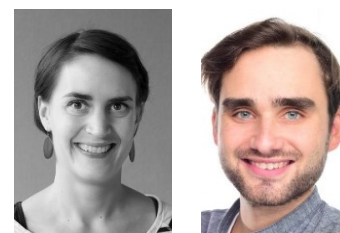
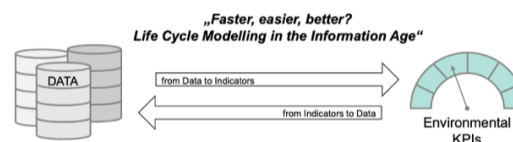
### Förderzeitraum:

01.12.2021 – 30.11.2023

Das Life Cycle Assessment (Ökobilanz) stellt die wissenschaftliche Methode bereit, um Umweltwirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Technologien „von der Wiege bis zur Bahre“ zu bilanzieren. Unternehmen nutzen heute Life Cycle Assessment und darauf basierende Ansätze wie z.B. den Carbon Footprint oder das Green House Gas Protocol sowohl für das interne Nachhaltigkeitsmanagement als auch für die externe Berichterstattung und Kommunikation. Die zu Grunde liegende Modellierung ist aber anspruchsvoll und zeitaufwendig, da sie Daten für den gesamten Lebenszyklus von Rohstoffentnahme über Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung bzw. Verwertung benötigt. Große Hoffnungen, diese Modellierung zu vereinfachen, sind daher mit Informationstechnologien verbunden. „Life Cycle Modelling“ ist aber nicht nur eine IT-Aufgabe, sondern muss aussagekräftige und valide Erkenntnisse und Indikatoren für Entscheider und Stakeholder bereitstellen. Dieses Spannungsfeld zwischen Datenverarbeitung/Datenmanagement, Methodik/Modellierung und Adressaten in Gesellschaft und Politik wird das Forschungsprojekt „Faster, easier, better? Life Cycle Modelling in the Information Age“ in interdisziplinärer Forschung bearbeiten.

Das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (Prof. Liselotte Schebek), das Fachgebiet Data Management (Prof. Carsten Binnig) und das Fachgebiet Internationale Beziehungen (Prof. Markus Lederer) werden gemeinsam an einer Roadmap für das Life Cycle

Assessment im Informationszeitalter arbeiten, die Unternehmen neue Handlungsmöglichkeiten zur Nutzung der Datenverarbeitung für ein verbessertes Nachhaltigkeitsmanagement aufzeigt und damit eine effizientere und zielgerichtete Steuerung im Unternehmen hin zu mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz ermöglicht. Das Projekt wird durch den Sustainability Hub von Merck sowie TU Darmstadt gefördert und wird die entwickelten Ansätze in einer Pilotstudie in Kooperation mit Merck erproben.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
 Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.  
 Julian Baehr, M.Sc.

## **FindHerO – Entwicklung eines Fingerabdruckansatzes für die Bestimmung der geographischen Herkunft von Pflanzenölen**

### **Fördergeber:**

Fritz und Margot Faudi-Stiftung

### **Förderzeitraum:**

01.01.2021 – 31.12.2022

Pflanzenöle sind von großer Bedeutung für die Herstellung von Biokraftstoffen und zukünftig weiterer Produkte der Bioökonomie. In den letzten Jahren haben zahlreiche Studien das Ausmaß globaler Landnutzungsänderungen durch die landwirtschaftliche Produktion untersucht und auf mögliche Folgen hingewiesen. Landnutzungsänderungen in Form von großflächiger Entwaldung auf kohlenstoffreichen Flächen gehen mit stark negativen Auswirkungen auf Ökosysteme, sowie der Freisetzung von Kohlenstoff in die Atmosphäre einher.

Innerhalb der EU gibt es daher Bestrebungen, sicherzustellen, dass importierte Pflanzenöle bzw. deren Produkte, vor allem Biokraftstoffe, nicht aus solchen illegalen Anbaugebieten kommen. Zusätzlich zu institutionellen Kontrollen, wie Zertifizierungssystemen, sind analytische und statistische Nachweisverfahren notwendig, mit denen kontrolliert werden kann, ob Rohstoffpflanzen in ökologisch sensiblen Gebieten wie Mooren oder tropischen Wäldern angebaut wurden.

Das Projekt zielt darauf ab, ein Fingerabdruckansatz für die Bestimmung der geographischen Herkunft von Pflanzenölen zu entwickeln. Unter Fingerabdruckansatz wird eine Kombination analytischer Verfahren und Parameter mit bestimmten Vorgehensweisen der Chemometrie verstanden, die zur Eingruppierung bestimmter Proben und zur Etablierung der dafür notwendigen gruppenspezifischen

Fingerabdrücke dieser Proben verwendet werden können. In Unterschied zu bisherigen Fingerabdruckansätzen liegt ein Schwerpunkt in diesem Projekt darauf, eine Zuordnung der Fingerabdrücke der Pflanzenölproben zu bestimmten Bodeneigenschaften zu etablieren. Als Modellpflanzenöl werden Rapsaaten aus Hessen, die in Anbauflächen mit unterschiedlichen Bodenarten angebaut werden, und entsprechende Bodenproben untersucht. Mit diesem neuen Ansatz sollte eine sehr viel genauere räumliche Zuordnung als bisher möglich sein.



**Kontaktpersonen**  
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
 Lili Xia, M.Sc.

## EdDE – Vorstudie zur Klimaneutralität in der Entsorgungswirtschaft

### Fördergeber:

Entsorgungsgemeinschaft der deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. (EdDE)

### Förderzeitraum:

01.09.2021 – 28.02.2022

Die Circular Economy ist ein wichtiger Baustein des EU Green Deals, um das Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2050 zu erreichen. Die Entsorgungswirtschaft sieht sich daher heute in einem Politikfeld mit hoher Dynamik und neuen Anforderungen. Die Rahmenbedingungen dieses Politikfeldes sind vielen Akteuren im Detail jedoch nicht bekannt und auch der Sektor selbst muss seine Rolle in der Klimapolitik erst finden. Diese Sachlage ist umso komplexer, als es in der politischen Diskussion nicht alleine um die in der Kreislaufwirtschaft nötigen Maßnahmen selbst geht, sondern auch darum, wem die resultierenden Einsparungen an Treibhausgasen zugerechnet werden. An dieser Frage entscheidet sich, ob Maßnahmen zur Erfüllung möglicher zukünftiger Zielsetzungen einzelner Akteure oder Sektoren beitragen können. Vor diesem Hintergrund stellt der vorliegende Beitrag die aktuellen Rahmenbedingungen der Klimapolitik vor, gibt eine strukturierte Darstellung bestehender Bilanzierungsansätze für Treibhausgase und analysiert deren Relevanz in unterschiedlichen Instrumenten der Klimapolitik aus der Perspektive der Entsorgungswirtschaft.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr. Sc. Vanessa Zeller

Julian Baehr, M.Sc.

Tabea Hagedorn, M.Sc.

Dr. techn. Alice Lopes

## ELISA II – Elektrifizierter, Innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen

### Fördergeber:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

### Förderzeitraum:

01.01.2019 – 31.12.2022

Die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs stellt eine wichtige Maßnahme zur Erreichung der Klimaziele dar. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) fördert daher Forschungsvorhaben zur Elektrifizierung von Autobahnteilabschnitten für die Nutzung von Oberleitungs-Hybrid-Lkw (OH-Lkw).

Die erste Phase des Forschungsprojektes „ELISA - Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen“ wurde mit der Fertigstellung der ersten (von bundesweit drei) öffentlichen eHighway-Teststrecken auf der Autobahn A5 mit einer fünf Kilometer langen Oberleitung zwischen Frankfurt und Darmstadt im Dezember 2018 erfolgreich abgeschlossen. Im Januar 2020 schloss die zweite Projektphase daran an, bei der in einem umfassenden Feldversuch die neue Technologie in seiner Systemumwelt bis Ende 2022 untersucht wird.

Das Projekt wird von Hessen Mobil geleitet, Partner aus der Industrie sind die Siemens Mobility GmbH und die ENTEGA AG. Die Federführung der wissenschaftlichen Begleitforschung wird unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze durch das Team des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Darmstadt übernommen, dessen Forschungsvorhaben durch die Kompetenzen des Fachgebiets Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (FG SuR) bei ökologischen Fragestellungen unterstützt werden. ELISA II

unterteilt sich in den Betrieb der Teststrecke, bei dem mit Hilfe von Transport- und Logistikpartnern die Anwendbarkeit von Elektrifizierungskonzepten für den regionalen Gütertransport durch die Nutzung von OH-Lkw erprobt werden soll sowie in die Begleitforschung des Testbetriebs. Der Beitrag des FG SuR beinhaltet eine ökobilanzielle Betrachtung der Technologie „OH-Lkw“ in seiner Systemumwelt. Mit dieser ganzheitlichen ökologischen Auswertung des Feldversuchs können Aussagen über die Umweltwirkungen des Projekts getroffen werden, welche der Bundesregierung bei der Umgestaltung des Verkehrssektors zur Reduktion von Treibhausgasen in den nächsten Jahren dienlich sein werden.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.

Susanne Hanesch, M.Sc.



**Kreislauf E-Wende: Kreislauffähige Energiewende: Bilanzierung der Minderung von Treibhausgasen durch zukünftige Materialkreisläufe im Lebenszyklus energietechnischer Anlagen und Komponenten**

**Fördergeber:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

**Förderzeitraum:**

01.01.2022 – 31.12.2024

Mit dem Green Deal und dem Circular Economy Action Plan fordert die EU von der Industrie ein detailliertes Reporting der Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung von Aufwendungen durch Materialien und Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft über den gesamten Lebenszyklus. Jedoch liegen noch keine allgemein anerkannten und in der Praxis erprobten methodischen Ansätze für die Bilanzierung von Produkten unter Berücksichtigung der komplexen Interaktion von Produktdesign, Nutzenphase und späterem Recycling vor. Das Vorhaben Kreislauf-E-Wende erarbeitet deshalb in einem Konsortium aus Wissenschaft und Industrie ein methodisches Instrumentarium auf Basis des Life Cycle Assessment, mit dem Maßnahmen der Circular Economy für Komponenten des Energiesystems bezüglich Treibhausgasen und Rohstoffverbräuchen bilanziert werden können. Dies beinhaltet auch die Antizipation zukünftiger Entwicklungen sowohl des Energiesystems selbst als auch der Kreislaufwirtschaft, z.B. hinsichtlich der Entwicklung neuer Recyclingtechnologien.



Windrad mit gebrochenem Flügel; Bild: Thorben Wengert / PIXELIO

Die Aufgaben des Fachgebiet SuR umfassen das Teilvorhaben „Analyse von Maßnahmen der Circular Economy, Recyclingszenarien und Substitutionspotentiale“. In diesem wird untersucht, welche Maßnahmen der Circular Economy im Kontext von Technologien der Energiewende besondere Relevanz haben. Für diese Maßnahmen werden Methoden zur Bewertung des Treibhausgas Reduktionspotenzials und zur Allokation der Treibhausgase auf die verschiedenen Akteure im Kreislauf entwickelt. Ein besonderer Fokus liegt auf der Bilanzierung von Recyclingtechnologien und Substitutionseffekten. Die Methoden werden genutzt, um Handlungsempfehlungen für die Bilanzierung von Maßnahmen der Circular Economy zur Treibhausgasreduzierung zu entwickeln und industriellen Anwendern zur Verfügung zu stellen

Das drei jährige Projekt startete unter der Koordination des Fachgebiet SuR im Januar 2022 und wird vom BMWi im Rahmen des Energieforschungsprogramms gefördert. Weitere Projektpartner sind die Hochschule Pforzheim, die Forschungsstelle für Energiewirtschaft und die Siemens Energy AG.



**Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Laura Göllner-Völker, Dipl. Wirtsch.-Ing.

## **RessStadtQuartier2 - Urbanes Stoffstrommanagement: Instrumente für die ressourceneffiziente Entwicklung von Stadtquartieren**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.09.2022 – 31.08.2024

Zur Bewertung und Steigerung der Ressourceneffizienz innerhalb eines quartiersbezogenen Stoffstrommanagements wurde in dem ersten Projekt RessStadtQuartier ein „Werkzeugkasten für Ressourceneffizienz“ entwickelt. Dieser Werkzeugkasten beinhaltet Wissens- und Informationsgrundlagen sowie praxisbezogene Instrumente, mit denen in allen Phasen der Quartiersentwicklung geeignete Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz implementiert werden können. Das Innovationspotential und der Neuheitsgrad des in RessStadtQuartier entwickelten „Werkzeugkasten Ressourceneffizienz“ liegt insbesondere in der Verknüpfung von Ansätzen des Life Cycle Assessment (LCA), des Building Information Modelling (BIM) und von GIS-basierten Katastern. Dies erfolgt konzeptionell durch Verschränkung des „physischen Lebenszyklus“ mit dem „Planungszyklus“ von Quartieren.

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Folgeprojekt RessStadtQuartier2 die Ziele, den „Werkzeugkasten Ressourceneffizienz“ für ein quartiersbezogenes Stoffstrommanagement in der Praxis zu etablieren, diese im Rahmen realer Planungsprozesse zu erproben und je nach Anwendungsbedarf weiterzuentwickeln. Der entwickelte Werkzeugkasten soll an verschiedensten Anwendungsfeldern in realen Planungsprozessen eingesetzt werden

und somit die Ressourceneffizienz von Stadtquartieren systematisch erhöhen. Die direkte Verwertung der Projektergebnisse erfolgt sowohl in der beteiligten Stadt Darmstadt als auch in den assoziierten Partnerstädten Wiesbaden, Bensheim, Gemeinde Münster (Hessen) und Gemeinde Otzberg sowie in Immobiliengesellschaften. Dies umfasst einerseits die Verstärkung von Planungsprozessen und die Entwicklung von Leitbildern für ein „Ressourceneffizientes Stadtquartier“, die von den Städten beabsichtigt sind. Zum anderen werden die Erkenntnisse zur Ressourceneffizienz in Form eines zu entwickelnden Geschäftsmodells in die breite Anwendung gebracht und für weitere potentielle Anwender wie Kommunen, Immobiliengesellschaften etc. zugänglich gemacht.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Steffi Weyand, M.Sc.

## **PotAMMO: Potenziale der Aquiferwärmespeicherung in den Modellregionen Mannheim und Offenbach**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.08.2022 – 31.07.2025

Die Aquiferwärmespeicherung (ATES engl. Aquifer Thermal Energy Storage) ist ein vielversprechendes Verfahren, große Mengen der sommerlichen Wärmeüberschüsse in natürlichen Grundwasserleitern zu speichern und diese für die Bereitstellung von Fernwärme (FW) im Winter verfügbar zu machen. Zur flächendeckenden Umsetzung von ATES-Anlagen in Deutschland fehlt es jedoch in den allermeisten Regionen an einer fundierten Potenzialausweisung für diese Anlagen.

Im Vorhaben PotAMMO werden für die Regionen Mannheim und Offenbach die Potenziale der ATES Integration in einem holistischen Ansatz ausgewiesen und der mögliche Beitrag zur Dekarbonisierung der FW-Netze der MVV Energie AG und der Energieversorgung Offenbach AG ermittelt. Neben der geologischgeothermischen Potenzialausweisung finden weitere Energiesystembereiche, wie die lokale Wärmeinfrastruktur, potenzielle Abwärmquellen, sowie Nutzungskonflikte oder Prognosen des zukünftigen Wärmebedarfs Berücksichtigung. Dies ermöglicht die Ausweisung der technisch realisierbaren Potenziale und die Identifikation konkreter ATES-Standorte.

Gestützt wird die Potenzialausweisung durch a) thermo-hydraulische Speichersimulationen sowie b) die dynamische Gesamtsystemmodellierung. Dies stellt sicher, dass das thermodynamische Systemverhalten und die Interaktion der

Systemkomponenten berücksichtigt werden und deren erheblicher Einfluss auf die technischen Potenziale quantifiziert werden kann. Darauf aufsetzend werden durch die lebenszyklusbasierte Berechnung von Wärmegestehungskosten und

Treibhauspotenzialen Umsetzungsstrategien für die ATES-Integration in den Modellregionen unter Kosten-Nutzen-Kriterien entwickelt.

Die im Rahmen des Vorhabens entwickelten methodischen Ansätze sind auf weitere Städte und Regionen übertragbar. Damit kann das Vorhaben erheblich zu einer stärkeren Verbreitung der Technologie, auch über die beiden Modellregionen hinaus, beitragen und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Deutschland vorantreiben.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Niklas Scholliers, M.Sc.

## EnArgus3.0 – KI-gestütztes Informationssystem Energieforschungsförderung

### Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

### Förderzeitraum:

01.11.2022 – 31.10.2025

Technologische Fortschritte, neue wissenschaftliche Erkenntnisse, der gesellschaftliche Diskurs zum Klimawandel und die Weiterentwicklung des energiepolitischen Rahmens ziehen eine stete Veränderung der Inhalte der Energieforschung und der öffentlichen Energieforschungsförderung nach sich. Derweil sind in den letzten Jahren Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz zu verzeichnen.

Anknüpfend an das Vorhaben EnArgus2.0 ist es vor diesem Hintergrund das Ziel des Vorhabens EnArgus3.0, das zentrale Informationssystem zur Energieforschungsförderung konzeptionell und inhaltlich an die Entwicklungen anzupassen und zu verbessern. Dabei sollen unter Einbezug neuester künstlicher Intelligenz aktuelle Inhalte der Energieforschung erschließbar und öffentlichen Stellen, sowie der breiten Öffentlichkeit, einfach und transparent zugänglich gemacht werden.

Gegenstand des Vorhabens ist insbesondere, wie und durch welche Inhalte der dynamischen Entwicklung von Themen der Energieforschung in einem Informationssystem Rechnung getragen werden kann, inwieweit und wie die Entwicklung von zu diesem Zweck genutzten Ontologien durch den Einsatz künstlicher Intelligenz unterstützt werden kann und wie sich die Inhalte der Energieforschungsförderung zielgruppengerecht erschließen und kommunizieren lassen.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr. Sc. Vanessa Zeller

Tabea Hagedorn, M.Sc.

## **K3I-Cycling – KI gestützte Optimierung der Kreislaufführung von Kunststoffverpackungen als Teil des KI-Anwendungshubs Kunststoffverpackungen**

### **Fördergeber:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **Förderzeitraum:**

01.09.2022 – 31.08.2025

Im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen – nachhaltige Kreislaufwirtschaft durch Künstliche Intelligenz“ werden Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) dazu genutzt, die Nachhaltigkeit von Kunststoffverpackungen zu verbessern – entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Design bis zum erneuten Eintreten von Sekundärrohstoffen in den Kreislauf.

Verpackungen machen weltweit den mit Abstand größten Anteil an Kunststoffabfällen aus. Aufgrund großer technischer und wirtschaftlicher Herausforderungen tritt nur ein geringer Teil des Kunststoffs als Sekundärrohstoff wieder in den Kreislauf ein. Im KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen soll KI den Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft ermöglichen.

Um den Kreislauf für Kunststoffverpackungen so weit wie möglich zu schließen, arbeiten 51 Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft in zwei Innovationslaboren zusammen: KIOpti-Pack für Design und Produktion sowie K3I-Cycling für das werkstoffliche Recycling. Ein wichtiges Ziel ist der laborübergreifende Austausch von Daten, um Erkenntnisse über die gesamte Wertschöpfungskette zu betrachten. Darüber hinaus sollen die Themen des Hubs rund um KI und Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe der breiten Öffentlichkeit durch vielfältige Veranstaltungen und Kommunikationsmaßnahmen

zugänglich gemacht werden. Hierfür sind unter anderem ein Podcast und ein Open-Hub-Day geplant.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek  
Dr. techn. Alice Lopes

### 2.5.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### **Bachelorarbeiten**

Ökologische und ökonomische Bewertung veränderter Betonrezepturen für den Hochbau  
Plastic Credit – Grundlagen, Mechanismen und Anwendung  
Analyse der Potenziale im Entsorgungsmanagement von Windkraftanlagen durch einen verbesserten Informationsaustausch  
Durchführung einer Umweltbewertung zur regionalen Schließung der Kreisläufe im Bereich der Kunststoffverpackungen in Deutschland  
Untersuchung der Umweltwirkungen eines CCU Prozesses mittels LCA: Methanolsynthese auf Basis von CO<sub>2</sub> und Elektrolyse-Wasserstoff  
Erstellung eines Abfallvermeidungsprogramms auf Grundlage einer Hausmüllanalyse im Landkreis Aschaffenburg

#### **Masterarbeiten**

Ansätze zur Reduktion der Klimabelastung in der Beton- und Zementherstellung  
Bewertung der Entsorgungsphase POP-haltiger Abfälle (Persistent Organic Pollutants)  
Life Cycle Assessment und Kostenanalyse einer solarthermischen Wasserdesinfektionsanlage  
Life cycle assessment of power engineering systems considering future development  
Rohstoffuntersuchung des Antriebsstrangs von teil-elektrifizierten Flugzeugen und Kritikalitätsanalyse ausgewählter Elemente  
Analyse der Umweltwirkungen einer containerisierten Solaranlage zur Elektrifizierung netzferner Dörfer in der Sahelzone  
Ökologische Bewertung von Neuentwicklungen – Die Einführung eines systematischen EcoDesign-Ansatzes in Unternehmen  
Energetische Sanierung vs. Neubau – eine ökobilanzielle Gegenüberstellung verschiedener Szenarien zur energetischen Ertüchtigung eines Wohngebäudes  
Ökobilanzierung einer innovativen Biotechnologie zur Herstellung einer pflanzlichen Lederalternative auf Basis von Reststoffen aus der Hanfproduktion unter Berücksichtigung von Energieeffizienzmaßnahmen in einem Upscaling-Szenario

#### 2.5.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Baehr, J.; Dierks, C.; Göllner-Völker, L.; Güldemund, A.; Hagedorn, T.; Lopes, A.; Miao, C.; Olaya, D.; Schebek, L.; van Zuilichem, A.; Zeller, V. (2022). Symposium, digital, 12.-14.10.2022, SETAC Europe 25th. LCA Symposium.
- Baehr, J.; Hagedorn, T.; Schebek, L.; van Zuilichem, A.J. (2022). Konferenz, hybrid (Berlin), 29.06 – 01.07.2022, 3. Life Cycle Innovation Conference.
- Campitelli, A., Konferenz, Kigali (Ruanda), 12.-15.09.2022, Improving Graduate Employability through Capacity Building partnerships.
- Campitelli, A., Workshop, Tétouan (Marokko), 09.-10.11.2022, Perspectives of Circular Economy and Bioeconomy in Africa.
- Dierks, C.; Hanesch, S.; Scholliers, N., Kurs, digital, 10.-14.10.2022, Prospective Life Cycle Assessment (LCA) and scenario modeling.
- Güldemund, A.; Hanesch, S.; Miao, Z.; Zeller, V. (2022). Konferenz, Copenhagen, 15.-19.05.2022, SETAC Europe 32nd Annual Meeting.
- Güldemund, A.; Miao, Z.; Olaya, D., Kurs, hybrid (Aalborg, Dänemark), 20.04. - 12.05.2022. Advanced LCA – Consequential and IO-based Life Cycle Assessment.
- Hagedorn, T.; Hanesch, S.; Scholliers, N.; Olaya, D.; Zeller, V. (2022). Konferenz, digital, 21.-23.09.2022, 17. Ökobilanzwerkstatt.
- Olaya, D.; van Zuilichem, A.J., Seminar, Delft (Niederlande), 09.-10.06.2022, Managing Resources for a Sustainable Future. Seminar on Critical Raw Materials.
- Zeller, V., Konferenz, Stuttgart, 27.06.2022, Stuttgarter Bioabfallforum 2022.
- Zeller, V.; Schuerhoff, N. (2022), Konferenz, digital, 23.03.2022, Webinar-Reihe der vier Innovationsräume Bioökonomie.

#### 2.5.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

##### Veröffentlichungen:

- Campitelli, A.; Kannengießer, J.; Schebek, L. (2022). Approach to Assess the Performance of Waste Management Systems towards a Circular Economy: Waste Management System Development Stage Concept (WMS-DSC). *MethodsX*, 9, 101634. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101634>.
- Hanesch, S.; Schöpp, F.; Göllner-Völker, L.; Schebek, L. (2022). Life Cycle Assessment of an emerging overhead line hybrid truck in short-haul pilot operation. *Journal of Cleaner Production*, 338, 130600. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130600>
- Lopes, A.D.C.P.; Gusano, D.G.; Göllner-Völker, L.; Mueller, C.; Schmidt, M.; Schebek, L.; Querleu, C.; Unger, N.; Bezama, A. Garvens, H.J.; Gassmann, A. (2022). Insights from the SETAC Europe 25th LCA Symposium. In: SETAC Globe 2023, Vol. 24 Issue 1.
- Plociennik, C.; Pourjafarian, M.; Nazeri, A.; Windholz, W.; Knetsch, S.; Rickert, J.; Ciroth, A.; Lopes, A.D.C.P.; Hagedorn, T.; Vogelgesang, M.; Benner, W.; Gassmann, A.; Bergweiler, S.; Ruskowski, M.; Schebek, L.; Weidenkaff, A. (2022). Towards a Digital Lifecycle Passport for the Circular Economy, *Procedia CIRP*, 105, 122-127. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.021>.

- Plociennik, C.; Pourjafarian, M.; Saleh, S.; Hagedorn, T.; Lopes, A.D.C.P.; Vogelgesang, M.; Baehr, J.; Kellerer, B.; Jansen, M.; Berg, M.; Ruskowski, M.; Schebek, L.; Citroth, A. (2022). Requirements for a Digital Product Passport to Boost the Circular Economy, In: D. Demmler, D. Krupka, H. Federrath. (Hrsg.): INFORMATIK 2022, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2022 1485.
- Saadoun, L.; Campitelli, A.; Kannengiesser, J.; Stanojkovski, D.; El Alaoui El Fels, A.; Mandi, L.; Ouazzani, N. (2022). Acidogenic digestion of organic municipal solid waste in a pilot scale reactor: Effect of waste ratio and leachate recirculation and dilution on hydrolysis and medium chain fatty acid production. In: Bioresource Technology Reports, 17. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100872>.
- Schebek, L.; Baehr, J.; Hagedorn, T.; Do Carmo Precci Lopes, A.; Zeller, V. (2022). Klimaneutralität in der Entsorgungswirtschaft. Eine Vorstudie im Auftrag der Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft e. V. (EdDE). <https://doi.org/10.26083/tuprints-00021616>.
- Schebek, L.; Baehr, J.; Hagedorn, T.; do Carmo Precci Lopes, Alice; Zeller, V. (2022): Die Entsorgungswirtschaft im Kontext der Klimapolitik Rahmenbedingungen, Instrumente und Entwicklungen. In Müll und Abfall, 8, 22. <https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.06>
- Wowra, K.; Zeller, V.; Schebek, L. (2022): Regional nitrogen resilience as distance-to-target approach in LCA of crop production systems. In Environmental Impact Assessment Review 97, p. 106869. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106869>

### Konferenzbeiträge:

- Baehr, J.; Schebek, L. (2022). Faster, Easier, Better – Life Cycle Modelling and GHG reporting in the Information Age. Poster. Konferenz, hybrid (Berlin), 29.06 – 01.07.2022, 3. Life Cycle Innovation Conference.
- Güldemund, A.; Schebek, L.; Zeller, V. (2022). Systematic assessment of environmental impacts of regional bioeconomies using biogenic by-products and wastes – a stepwise approach and selected results from a case study on a German metropolitan area. Poster. Konferenz, Copenhagen, 15.-19.05.2022, SETAC Europe 32nd Annual Meeting.
- Güldemund, A.; Schebek, L.; Zeller, V. (2022). Towards the development of an LCA database on circular bioeconomy – as part of a toolbox supporting a stepwise approach for environmental impact assessment of regional circular bioeconomies. Presentation. Symposium, digital, 12.-14.10.2022, SETAC Europe 25th. LCA Symposium.
- Hagedorn, T. (2022). Durchführung und Relevanz der Datenqualitätsanalyse in der Ökobilanz. Poster. Konferenz, digital, 21.-23.09.2022, 17. Ökobilanzwerkstatt.
- Hagedorn, T. (2022). Environmental impacts associated with the use of Blockchain in the Circular Economy – Beginning with the modelling. Presentation. Symposium, digital, 12.-14.10.2022, SETAC Europe 25th. LCA Symposium.
- Hagedorn, T. (2022). Konferenz, Göttingen, 07.11-08.11.2022, Digital GreenTech. Digitales Informationsmanagement in der Akteurskette der Kreislaufwirtschaft in der produzierenden Industrie. Poster.



- Hagedorn, T. (2022). ReCircE - Digital Lifecycle Record for the Circular Economy. Poster. Konferenz, hybrid (Berlin), 29.06 – 01.07.2022, 3. Life Cycle Innovation Conference.
- Hanesch, S.; Schebek, L. (2022). LCA of Emerging Transportation Systems in Pilot Operation including Scenario Analysis. Presentation. Konferenz, Copenhagen, 15.-19.05.2022, SETAC Europe 32nd Annual Meeting.
- Miao, Z. (2022). Konferenz, digital, 30.10.-02.11.2022, EcoBalance 2022. Beyond recycling – using LCA to help emerging technology development and benchmarking. Presentation.
- Miao, Z. (2022). The Overlooked Nutrient Substitution Issue in LCA. Poster. Konferenz, Copenhagen, 15.-19.05.2022, SETAC Europe 32nd Annual Meeting.
- Olaya, D. (2022). Life Cycle Assessment of Salinity Gradient Energy Recovery by Reverse Electrodialysis in Coastal Municipal Wastewater Treatment Plants. Presentation. Symposium, digital, 12.-14.10.2022, SETAC Europe 25th. LCA Symposium.
- Olaya, D. (2022). Symposium, Stuttgart, 04.11.2022, VI International Symposium: Emerging Technologies and Transition to Circular Economy. Life cycle assessment of salinity gradient energy recovery by reverse electrodialysis at coastal municipal wastewater treatment plants. Poster.
- Schebek, L. (Chair); Göllner-Völker, L. (Co-Chair); Lopes, A.D.C.P. (Co-Chair), Dierks, C.; Güldemund, A.; Vogelgesang, M.; Miao, Z.; Olaya, D.; van Zuilichem, A.J. (2022). Local Organizing Committee for the SETAC Europe 25th LCA Symposium (online). Symposium, digital, 12.-14.10.2022, SETAC Europe 25th. LCA Symposium.
- Scholliers, N. (2022). Environmental-Economic Evaluation of Aquifer Thermal Energy Storage Systems in 3rd Generation District Heating Networks. Poster. Konferenz, digital, 21.-23.09.2022, 17. Ökobilanzwerkstatt.
- van Zuilichem, A.J. (2022). Campus FreeCity – Real life testing of a modular autonomous robotic vehicles fleet - Replacing conventional transport to mitigate GHG emissions and traffic congestion. Poster. Konferenz, hybrid (Berlin), 29.06 – 01.07.2022, 3. Life Cycle Innovation Conference.
- Xia, L.; Sakaguchi-Söder, K.; Budde, L.; Iwaszczuk, D.; Schebek, L. (2022). Konferenz, Prague (Czech Republic), 06-09.09.2021, 10th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis (RAFA 2022). Investigation of the influences of edaphic factors on hydrogen stable isotopic composition of fatty acids in vegetable oil – case study rapeseed harvested in Hesse, Germany in 2017-2019. Poster.

## 2.6 Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

### 2.6.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Umweltanalytik und Schadstoffe

Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe unter der Leitung von Prof. Dr. rer. nat. Holger V. Lutze beschäftigt sich mit den chemischen und physikalisch-chemischen Prozessen und dem Verhalten von Schadstoffen in der aquatischen Umwelt. Die Themenfelder unterteilen sich in die Bestimmung von Schadstoffen in der aquatischen Umwelt, die Untersuchung von Transformations- und Desinfektionsprozessen sowie Machbarkeitsstudien in Zusammenarbeit mit dem IWW Zentrum Wasser und der Universität Duisburg-Essen.

Schadstoffe gelangen über Abwasser, Agrarwirtschaft und durch bauchliche Strukturen städtischer Räume (z.B. Gebäude- und Verkehrsstrukturen) in die aquatische Umwelt. So sind bereits schätzungsweise 100.000 anthropogene Stoffe in die aquatische Umwelt gelangt, was die analytische Chemie vor enorme Herausforderungen stellt. Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe befasst sich mit dem Vorkommen von Schadstoffen und deren Transformation. Dabei werden verschiedene chromatographische Methoden wie LC, IC und GC in Verbindung mit online Anreicherung und verschiedenen Detektoren wie MS-MS sowie Nachsäulenreaktion verwendet.

Der Abbau von Schadstoffen führt weder in natürlichen noch in technischen Systemen zu einer Mineralisierung, sondern es entstehen sogenannte Transformationsprodukte. In vielen Fällen führt die chemische Veränderung von Schadstoffen zu einer Entfernung der unerwünschten Eigenschaften, wie Toxizität, Geruch, Geschmack oder Farbe. In Einzelfällen kann es aber auch zu einer Verstärkung von unerwünschten Moleküleigenschaften führen. Ein Beispiel ist die bromidkatalysierte Transformation des harmlosen Dimethylsulfamids zu dem kanzerogenen *N*-Nitrosodimethylamin in der Ozonung. Die Untersuchung dieser Prozesse ist ebenfalls Bestandteil der Forschung des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe.

Zusätzlich werden in Zusammenarbeit mit dem IWW Zentrum Wasser und der Universität Duisburg-Essen verschiedene Praxisprojekte der oxidativen Trink- und Abwasseraufbereitung durchgeführt. Diese Projekte beinhalten die Bewertung des Schadstoffabbaus, der Desinfektion, der Bildung unerwünschter Nebenprodukte sowie des Energieverbrauchs.

**Fachgebietsleitung**  
Umweltanalytik und Schadstoffe  
Prof. Dr. Holger Lutze



## 2.6.2 Laufende Forschungsprojekte

### Untersuchung von Oxidationsverfahren – Grundlegende Reaktionen mit Biomolekülen und Inaktivierungsmechanismen

**Fördergeber:**

RMU

**Förderzeitraum:**

2020 – 2023

Trinkwasser wird als sicher bezeichnet, wenn es frei von Schadstoffen und Pathogenen ist. Desinfektionsverfahren gehören zu den wichtigsten Maßnahmen zur Sicherstellung von Trinkwasserqualitäten. Dazu werden verschiedene Oxidationsmittel wie Chlor, Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ ) oder Ozon ( $\text{O}_3$ ) verwendet. In der Wasseraufbereitung wird Chlor seit Beginn des 20ten Jahrhunderts eingesetzt und hat sich seitdem zum weltweit am häufigsten eingesetzten Mittel zur Vordesinfektion entwickelt. Allerdings hat in der zweiten Hälfte des 20ten Jahrhunderts ein Umdenken stattgefunden. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Verwendung von Chlor zur Bildung halogener Nebenprodukte führt, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen können. Deshalb wurde Chlor zunehmend durch andere Oxidationsmittel, wie zum Beispiel  $\text{O}_3$  und  $\text{ClO}_2$  ersetzt. Allerdings kann es hierbei auch zur Bildung von gesundheitsschädlichen Nebenprodukten kommen. Die Verwendung von  $\text{O}_3$  in bromidhaltigen Gewässern führt zur Bildung von karzinogenem Bromat ( $\text{BrO}_3^-$ ) und durch die Anwendung von  $\text{ClO}_2$  kann es zur Bildung von Chlorit ( $\text{ClO}_2^-$ ) und Chlorat ( $\text{ClO}_3^-$ ) kommen. Aufgrund ihrer Toxizität sind die Grenzwerte dieser Nebenprodukte in der Trinkwasserverordnung geregelt.

Kenntnisse zur Bildung von (unerwünschten) Transformations- und

Nebenprodukten sowie die Bildung sog. sekundären Oxidationsmittel sind von großer Bedeutung. Sekundäre Oxidationsmittel werden aus der Reaktion der eingesetzten (primären) Oxidationsmittel mit Hauptbestandteilen der Wassermatrix gebildet.

Ziel dieses Projektes ist die Untersuchung des Einflusses der sekundären Oxidationsmittel bezüglich Desinfektion und Schadstoffabbau. Großer Fokus liegt dabei auf der intrinsischen Bildung von freiem Chlor in der Anwendung von Chlordioxid und den damit verbundenden Vor- und Nachteilen.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
Mischa Jütte, M.Sc.

## Einfluss des organischen Materials auf Transformationsprozesse

**Fördergeber:**

DFG

**Förderzeitraum:**

2019 – 2022

Oxidative Prozesse werden in der Trinkwasseraufbereitung seit vielen Jahrzehnten eingesetzt. Während ursprünglich die Desinfektion im Vordergrund stand, sind bis heute eine Vielzahl anderer Anwendungsfelder wie die Entfernung von Geruch, Geschmack, Färbung, Eisen und Mangan und der Abbau von Schadstoffen hinzugekommen. Eine der neueren Zielstellungen der Ozonung ist die Entfernung von Schadstoffen in der weitergehenden Abwasserreinigung. Hierbei kommt es nicht zu einer Mineralisierung der Schadstoffe. Deshalb ist es unvermeidlich, dass Transformationsprodukte (TP) entstehen, deren öko- und humantoxikologische Relevanz häufig nicht bekannt ist.

Ein Beispiel für ein TP mit humantoxikologischer Relevanz ist *N*-Nitrosodimethylamin (NDMA), ein Mutagen, welches bei der Ozonung von Dimethylsulfamid (DMS) in Gegenwart von Bromid entsteht. Dieses Beispiel zeigt eindrucksvoll, dass die Wassermatrix als aktiver Reaktionspartner an der Bildung von Produkten Einfluss nehmen kann. Über diese möglichen Einflüsse der Wassermatrix auf die Bildung unerwünschter TPs ist bisher wenig bekannt.

Dieses Projekt soll zur Aufklärung von Einflüssen der Wassermatrix und der komplexen Reaktionen während der Ozonung beitragen. Dadurch sollen zum einen das Verständnis der Bildung unerwünschter Produkte verbessert und zum anderen praktische Ansätze zur Vermeidung toxischer Produkte entwickelt werden.

Ozon reagiert mit N-haltigen Verbindungen unter anderem unter Bildung von Aminylradikalen (N-zentrierte Radikale). Diese Radikale können Reaktionen mit dem organischen Material eingehen, wodurch die Reaktionsmechanismen beeinflusst werden. Diese Reaktionen werden in dem DFG Projekt „Einfluss des organischen Materials auf Transformationsprozesse“ untersucht. Dabei werden Aminylradikale photochemisch hergestellt und deren Verhalten in Gegenwart verschiedener Reaktionspartner bezüglich Reaktionskinetik und Produktbildung untersucht.

Zum Abschluss des Projektes soll überprüft werden, ob die gewonnenen Informationen aus den Modellversuchen auf reale Abwasserproben angewendet werden können.

Für die Untersuchung und Charakterisierung der Reaktionen, sowie die Bildung unerwünschter TPs werden in diesem Projekt etablierte analytische Methoden (u.a. LC-MS, UV-Vis, Stopped-flow) verwendet, welche im Verlauf des Projektes stetig angepasst und optimiert werden. Die erarbeiteten Informationen sollen dabei helfen den Einfluss von organischem Material auf die Produktbildung abzuschätzen und damit eine Übertragung von Ergebnissen aus Reinstwasserversuchen auf die Praxis zu ermöglichen.

Die praktischen Arbeiten finden in der Instrumentellen Analytischen Chemie (AK Prof. Schmidt) an der Universität Duisburg-Essen statt.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
Katharina Hupperich, M.Sc. (Uni DUE)

## Membranprozesse in der Trinkwasseraufbereitung (KonTriSol)

### Fördergeber:

BMBF

### Förderzeitraum:

2019 – 2022

Das Projekt KonTriSol behandelt die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekte bei der Benutzung von Nanofiltration (NF) und Umkehrosmose (RO) in der Trinkwasseraufbereitung. Im Rahmen dieses Projektes arbeiten zehn Projektpartner an der Eliminierung von technischen sowie rechtlichen Fragestellungen bezüglich des Einsatzes von NF und RO.

NF und RO können dafür eingesetzt werden die Wasserhärte bzw. den Anteil an anorganischen Bestandteilen, anthropogenen Substanzen und natürlichen organischen Verbindungen zu reduzieren. Allerdings bilden sich dabei zurückbleibende Konzentrate, die eine sehr hohe Konzentration der gefilterten Verbindungen aufweisen. Zusätzlich beinhalten diese Konzentrate große Mengen der Antiscalantchemikalien, die während des Aufbereitungsprozesses hinzugegeben werden. Eine direkte Entsorgung dieses Konzentrats in die Umwelt wäre schädlich für Wasserorganismen und würde zu einer Kontamination der Wasserkörper durch Mikroschadstoffe führen.

Das Ziel dieses Projektpartners ist es die Anwendung von oxidativen Prozessen auf die Konzentrate der Membranprozesse zu untersuchen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Reaktivität von Antiscalant mit verschiedenen Oxidationsmitteln wie Ozon, Hydroxylradikale und Sulfatradikale. Zusätzlich werden noch Matrixeffekte untersucht. Dabei wird beispielsweise die Abbaueffizienz von Antiscalants, Pharmazeutika und perfluorierten Verbindungen in Anwesenheit hoher Konzentrationen an Chlorid, Nitrat oder Carbonat untersucht



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
Xenia Mutke, M.Sc. (Uni DUE)

## Einsatz von Baustoffen zur Luftreinigung

### Fördergeber:

FOREX

### Förderzeitraum:

2021 – 2022

Durch Verkehr, Energiegewinnung und vielfältige industrielle Prozesse gelangen zunehmend Schadstofffrachten über die Luft in die Umwelt. Dabei stellen stark krebserregende Stoffe wie Stickoxide und aromatische Verbindungen (Verkehr), korrosive Verbindungen wie Schwefeloxide (z.B. Kohlekraftwerke) und toxische Schwermetalle (Stahlindustrie) nur Beispiele einer großen Bandbreite emittierter Schadstoffe dar.

Während es in bestimmten Fällen möglich ist diese Stoffe am Ort der Entstehung z.B. mittels Abluftfiltern zu entfernen, ist dies in anderen Bereichen, wie beispielsweise bei Emissionen aus dem Verkehr, kaum möglich. Dies führt vor allem in Ballungsräumen derzeit zu einer Überschreitung von Luftgrenzwerten für beispielsweise Stickoxide.

Eine Möglichkeit der Minimierung von Luftschadstoffen in Ballungsräumen besteht darin, Oberflächen von Gebäuden und anderen Infrastrukturelementen so zu modifizieren, dass Luftschadstoffe durch eine Beschichtung mit photokatalytischen Materialien (z.B. Zinkoxid oder Titandioxide) photochemisch abgebaut werden können. Dabei können beispielsweise Stickoxide zu weniger bedenklichem Nitrat und Schwefeloxide zu unschädlichem Sulfat reagieren. Zudem werden organische Schadstoffe wie Dioxine, Benzo(a)pyren und Benzol möglicherweise zu biologisch abbaubaren Produkten oxidiert.

In diesem Projekt wird das Potenzial von Baustoffen mit photokatalytisch aktiven

Beschichtungen zur Minimierung von Schadstoffen untersucht. Zu diesem Zweck wird eine Methode zur Beschichtung von Schaumbeton mit einem Photokatalysator entwickelt und die photokatalytische Wirksamkeit anhand des Abbaus einer Modellschadstoffsubstanz überprüft. Zudem soll untersucht werden, ob sich die photochemischen Prozesse möglicherweise negativ auf die Materialeigenschaften des Baustoffes auswirken können.

In diesem Projekt werden die spezifischen Kompetenzen der Fachgebiete Werkstoffe im Bauwesen (WiB) (Herstellung geeigneter Baumaterialien und deren Beschichtung, Versuchsapparaturen) und Umweltanalytik und Schadstoffe (UaS) (Schadstoffanalyse und Schadstofftransmutationsprozesse) in synergistischer Weise verknüpft. Dabei sollen die komplexen photochemischen Reaktionen mit Schadstoffen (insbesondere Effizienz und Produktbildung) und die Interaktionen der photochemischen Prozesse mit Baustoffen weiter untersucht werden.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
M. Sajjad Abdighahroudi, M.Sc.

**AktivFlock – Aktivierte Flockung auf der Basis der Fenton-Reaktion für die Aufbereitung von Abwässern aus industriellen Kläranlagen der chemischen Industrie und der Papierindustrie**

**Fördergeber:**

AIF-ZIM

**Förderzeitraum:**

2021 – 2023

Die Aufbereitung von Abwasser gehört zu den wirksamen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Dabei müssen zum einen Nährstoffe und zum anderen schädliche Substanzen entfernt werden. Diese beiden Ziele sollen durch ein kompaktes neuartiges Verfahren (AktivFlock) erreicht werden, welches in enger Kooperation der Firma BHU Umwelttechnik und des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe entwickelt wird. Bei diesem Verfahren wird Fe(II) mit Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) kombiniert, was zur Bildung von Fe(III) und hochreaktiven Hydroxylradikalen führt. Fe(III) fällt als Hydroxid aus und leitet den Flockungsprozess ein, während die gebildeten Hydroxylradikale mit gelösten Bestandteilen des aufzubereitenden Wassers reagieren.

Diese Oxidationsreaktionen führen zu einer Polymerisation des organischen Materials wodurch sich die durchschnittliche Molekülmasse erhöht und auch der gelöste Anteil des organischen Materials flockbar wird. Zudem können weitere Aufbereitungsziele erreicht werden, wie der Abbau von Mikroschadstoffen, Entfärbung und Entfernung von Phosphat durch Fällung mittels Fe(II). Dies erweitert die Anwendungsmöglichkeiten der Eisenflockung erheblich und soll zum einen in der Industrieabwasseraufbereitung aber auch in der kommunalen Abwasseraufbereitung eingesetzt werden.



**Kontaktpersonen**  
Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
Cheolyong Kim, Ph.D.

## Untersuchung von Bakterien mit synthetischer Resistenz gegen Desinfektion

### Fördergeber:

TU Darmstadt FiF

### Förderzeitraum:

2022 – 2023

Desinfektionsverfahren sind weltweit eine Grundvoraussetzung für den Zugang zu sicherem Trinkwasser. Methoden wie die Chlorung werden seit über einem Jahrhundert eingesetzt und sind bisher sehr effektiv in der Inaktivierung von Krankheitserregern. Durch die klimawandelbedingte weltweite Erwärmung der Wasserressourcen wird die Desinfektion von Trink- und auch Abwasser in den nächsten Jahrzehnten, aufgrund der besseren Wachstumsbedingungen für Bakterien (höhere Temperatur der Wasserressourcen und besseres Nährstoffangebot, sowie größere Abwasseranteile), sehr stark zunehmen. Bisher wird davon ausgegangen, dass Mikroorganismen nur sehr schwer Resistenzen gegenüber gängigen Trinkwasserdesinfektionsmitteln bilden können, da die hier eingesetzten Mittel, anders als Antibiotika, vielfältige Zellschäden hervorrufen. Eine starke Zunahme der Verwendung von Desinfektionsmitteln in Kombination mit verbesserten Wachstumsbedingungen und der guten Anpassungsfähigkeit von Mikroorganismen führt zu einem erhöhten Risiko der mikrobiellen Adaption an die Wasserdesinfektion. Damit würde auch die Gefahr der Ausbreitung von Infektionskrankheiten wachsen und der Zugang zu sicherem Trinkwasser weltweit stark eingeschränkt werden. Über das Anpassungspotenzial von Mikroorganismen gegenüber Desinfektionsmitteln ist wenig bekannt und vielfach fehlt noch ein Grundverständnis der durch die Wasserdesinfektion verursachten Zellschäden. Einer der wesentlichen Gründe hierfür ist die große

Komplexität der Inaktivierungsreaktionen innerhalb der mikrobiellen Zellen. So werden zum Beispiel durch die Interaktion vom vielfach angewendeten Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ ) mit Mikroorganismen oder anderen Matrixbestandteilen des Wassers eine Vielzahl von reaktiven Spezies erzeugt, (sekundäre Oxidationsmittel), die weitere Reaktionen bewirken und damit die Desinfektionswirkung verstärken können. Die Menge und Art dieser reaktiven Spezies ist dabei von der Art der mikrobiellen Zellen und der chemischen Zusammensetzung der Matrixbestandteile abhängig. Ziel des Projektes ist ein detailliertes Verständnis für die Wirkmechanismen der Wasserdesinfektion und eine Abschätzung des Risikos von Resistenzbildungen. Das Ziel ist es, durch ein verbessertes Verständnis von Desinfektionsprozessen die Entwicklung von technischen und/oder chemischen Strategien zu ermöglichen, um die Resistenzen von pathogenen Keimen gegen Desinfektionsmittel zu vermeiden sowie die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten durch angemessene Oxidationsmittel Dosierungen zu minimieren und damit für Menschen weltweit den Zugang zu sicherem Trinkwasser unter veränderten Klimabedingungen zu ermöglichen.



### Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

Prof. Dr. rer. nat. T. Waldminghaus

Mischa Jütte, M.Sc.



## **Fate of biocide runoff from building materials: ecological risks and on-site treatment options**

**Fördergeber:**

DAAD

**Förderzeitraum:**

2022 – 2026

Verschiedene organische Zusatzstoffe werden zunehmend in Baumaterialien verwendet, um die Eigenschaften der Baumaterialien zu verbessern, wie z. B. Isolierung oder Schutz vor Witterungseinflüssen. Diese Zusatzstoffe müssen z. B. durch zusätzliche Mittel wie Biozide und UV-Filter vor biologischem Abbau und Photoabbau geschützt werden. Sowohl die Biozide als auch ihre Transformationsprodukte (TPs) können toxische Eigenschaften aufweisen. Außerdem sind die meisten Zusatzstoffe unbekannt, da die Formulierung der Baustoffe dem Geschäftsgeheimnis unterliegt und Vorschriften für Zusatzstoffe weitgehend fehlen.

Eine beträchtliche Menge an bioziden Stoffen kann über das abfließende Regenwasser von Fassaden und Dächern an Gebäuden in die Umwelt emittiert werden. Bekannte Biozide wie Mecoprop, Isoproturon, Diuron und Terbutryn, deren Auslaugung aus Baumaterialien beobachtet wurde, sind im Laufe der Jahrzehnte untersucht worden; einige andere wurden jedoch aufgrund der Schwierigkeiten bei ihrer Messung in der Umwelt kaum untersucht.

Baugebundene Biozide können in die Umwelt gelangen und somit wahrscheinlich Süßwasserressourcen verunreinigen. Daher ist eine Verbesserung der Wasserqualität von besonderer Bedeutung, da in städtischen Systemen das abfließende Regenwasser zur Grundwasseranreicherung genutzt wird, um die Auswirkungen des Klimawandels, wie z. B. lange niederschlagsarme Zeiten, zu bewältigen.

Mehrere Studien haben gezeigt, dass baubedingte Biozide sowie deren TPs in den Ökosystemen akkumuliert werden können und eine schwere Toxizität für die aquatische Biota darstellen, was nicht nur zu einer Zerstörung der Natur und der biologischen Vielfalt führen kann, sondern auch eine Bedrohung für die menschliche Gesundheit darstellt.

Im vorliegenden Projekt werden verschiedene Biozide aus Baumaterialien untersucht, nämlich Tolyfluanid, Fludioxonil, Azoxystrobin, p-[(Diodomethyl)sulfonyl]toluene und 2-Butyl-benzo[d]isothiazol-3-on (BBIT). Diese Biozide werden häufig in Baumaterialien verwendet und werden in dieser Studie als repräsentative Schadstoffe eingesetzt. Dementsprechend werden der Verbleib und die Stabilität der Biozide untersucht, wie z. B. der photolytische Abbau und die Bildung von TPs. Darüber hinaus werden Möglichkeiten zur Entfernung oder Eliminierung der untersuchten Schadstoffe vor der Einleitung in getrennte Abwassersysteme oder in das Grundwasser entwickelt und optimiert.



### **Kontaktpersonen**

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze  
Amir M. Sheikh Asadi, M.Sc.

### 2.6.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### Bachelorarbeiten

-

#### Masterarbeiten

Methodenentwicklung für den Einsatz von Methionin als Scavenger zur Bestimmung von intrinsisch gebildetem Chlor bei der Chlordioxidreaktion

Sorption and desorption behaviors of PFOA and PFOS on activated carbon and zeolite

### 2.6.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Lutze, H.V., Kim, C., Abdighahroudi, M.S., Jütte, M. Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2022 (online)

Kim, C., Abdighahroudi, M.S., Jütte, M. Micropol & Ecohazard Conference 2022 Santiago de Compostella (Spanien)

Jütte, M. 5. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar (MWAS 2022) Mülheim an der Ruhr (Deutschland)

Lutze, H.V., Abdighahroudi, M.S., Jütte, M., Reusing, M. RheinRuhrMain Seminar (RRM) Koblenz 2022

## 2.6.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

### Veröffentlichungen:

- Asgar, A., Lutze, H. V., Tuerk, J., Schmidt, T. C., 2022. Influence of water matrix on the degradation of organic micropollutants by ozone based processes: A review on oxidation scavenging mechanism. *J. Hazard. Mater.* 429, 128189. DOI: [10.1016/j.hazmat.2021.128189](https://doi.org/10.1016/j.hazmat.2021.128189)
- Abdighahroudi, M.S., Mutke, X.A.M., Jütte, M., Klein, K., Schmidt, T.C., Lutze, H. V., 2022. Reaction of Chlorine Dioxide with Saturated Nitrogen-Containing Heterocycles and Comparison with the Micropollutant Behavior in a Real Water Matrix. *Environ. Sci. Technol.* 56, 11589–11601. DOI: [10.1021/acs.est.1c08381](https://doi.org/10.1021/acs.est.1c08381)
- Hüber, U., Spahr, S., Lutze, H. V., Wieland, A., Rütting, S., Gernjak, W., Wenk, J., 2022. Emerging advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – guidance for systematic future research. *EarthArXiv*. DOI: [10.31223/X5MH05](https://doi.org/10.31223/X5MH05)
- Jütte, M., Große, J.V., Abdighahroudi, M.S., Schüth, C., Lutze, H.V., 2022. Novel insights into chlorine dioxide based disinfection mechanisms – investigation of the reaction with amino acids. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 8, 630–639. DOI: [10.1039/D1EW00812A](https://doi.org/10.1039/D1EW00812A)
- Jütte, M., Abdighahroudi, M.S., Lutze, H. V., 2022. Reaction mechanism of chlorine dioxide with phenolic compounds – How the FAC formation is influenced by substituents. *Vom Wasser* 120, 26–28. DOI: [10.1002/vomw.202200005](https://doi.org/10.1002/vomw.202200005)
- Kim, C. Schmidt, T. C., Lutze, H. V., 2022. Oxidation of bromide by heat-activated persulfate – Effects of temperature and the organic matter surrogate phenol on kinetics and stoichiometry. *Chem. Eng. J.* 433, 133533. DOI: [10.1016/j.cej.2021.133533](https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.133533)
- Lee, Y., Lutze, H. V., Allard, S., 2022. Photochemistry of Water Treatment Oxidants for Advanced Oxidation Processes. Pp. 1685 – 1718 DOI: [10.1007/978-3-030-63713-2\\_58](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63713-2_58)
- Lutze, H., Tekle-Röttering, A., Wieland, A., Wenk, J., Türck, J., Flörs, M., Happel, O., Hübler, U., Schuster, L., 2022. Labor-Vergleichsuntersuchungen zur Ermittlung von Ozonzehrungskurven und zur Bestimmung des Rct-Werts aus Trinkwassermatrix. *Vom Wasser* 120, 65–68. DOI: [10.1002/vomw.202200012](https://doi.org/10.1002/vomw.202200012)
- Terhalle, J., Nikutta, S. E., Krzeciesa, D. L., Lutze, H. V., Jochmann, M. A., Schmidt, T. C., 2022. Linking reaction rate constants and isotope fractionation of ozonation reactions using phenols as probes. *Water Res.* 210, 117931. DOI: [10.1016/j.watres.2021.117931](https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117931)
- Waclawek, S., Lutze, H. V., Sharma, V. K., Xiao, R., Dionysiou, D. D., 2022. Revisit the alkaline activation of peroxydisulfate and peroxymonosulfate. *Curr. Opin. Chem. Eng.* 37, 100854. DOI: [10.1016/j.coche.2022.100854](https://doi.org/10.1016/j.coche.2022.100854)
- Wiegand, H. L., Jütte, M., Klein, K., Kranefuß, A., Kim, C., Lutze, H. V., Schmidt, T. C., 2022. Influences of pH, Reagent Dose, and Water Matrix Components on the Formation and Utilization of Hydroxyl Radicals in the Oxidation of Bisphenol S and *para*-Chlorobenzoic Acid by the Fenton Reaction. (accepted December 2, 2022) DOI: [10.1021/acsestwater.2c00118](https://doi.org/10.1021/acsestwater.2c00118)

Wirzberger, V., Merkus, V. I., Klein, M., Hohrenk-Danzouma, L. L., Lutze, H. V., Schmidt, T. C., 2022. Bromide strongly influences the formation of reaction products during ozonation of diclofenac, metoprolol and isoproturon. *Sci. Total. Environ.* 815, 152427. DOI: [10.1016/scitotenv.2021.152427](https://doi.org/10.1016/scitotenv.2021.152427)

### **Konferenzbeiträge:**

Abdighahroudi, M.S. Kinetics of nitrogen-containing micropollutants removal in ClO<sub>2</sub> pre-oxidation of surface water and degradation kinetics. Presented at Micropol and Eco-hazard Conference 2022.

Jütte, M., Abdighahroudi, M.S., Lutze, H. V., 2022. Reaction mechanism of chlorine dioxide with phenolic compounds – How the FAC formation is influenced by substituents. Presented at Wasser 2022 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

Jütte, M., Große, J.V., Abdighahroudi, M.S., Schüth, C., Lutze H.V. Reaction of Chlorine Dioxide with Amino Acids – Insights in Water Disinfection Mechanisms. Presented at Micropol and Ecohazard Conference 2022.

Jütte, M., Abdighahroudi, M.S., Lutze, H. V., 2022. Reaction mechanism of chlorine dioxide with phenolic compounds – How the FAC formation is influenced by substituents. Presented at MWAS 2022.

Kim, C., Schumacher, J., Lutze, H.V. Abatement of bisphenol A in municipal wastewater treatment effluent by Fenton process. Presented at Wasser 2022 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

Kim, C. Kinetics and stoichiometry of bromide oxidation in heat activated persulfate process. Presented at Micropol and Ecohazard Conference 2022.

Kim, C., Schuhmacher, J., Lutze H.V. Removal of micropollutants in municipal wastewater treatment effluent by fenton-flocculation process. Presented at Micropol and Ecohazard Conference 2022.

Lutze, H., Tekle-Röttering, A., Wieland, A., Wenk, J., Türck, J., Flörs, M., Happel, O., Hübner, U., Schuster, L., Labor-Vergleichsuntersuchungen zur Ermittlung von Ozonzehrkurven und zur Bestimmung des Rct-Werts aus Trinkwassermatrix. Presented at Wasser 2022 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

## 2.7 Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz

### 2.7.1 Vorstellung des Fachgebiets

#### Fachgebietsleitung Wasserversorgung und Grundwasserschutz

Seit 1996 wird das Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz des Instituts IWAR von Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban geleitet. Prof. Urban studierte Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der Universität für Bodenkultur in Wien und promovierte dort am Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abteilung Siedlungswasserbau und Gewässerschutz. Als Leiter eines interdisziplinären Projektteams zur Entwicklung eines „Neuen Verfahrens zur selektiven Aktivkohleadsorption von niedrig konzentrierten organischen Mikroverunreinigungen (KSVA)“ wurden Wilhelm Urban und sein Team 1993 mit dem internationalen „Chemviron Carbon Award“ ausgezeichnet.

Die Arbeitsfelder und Forschungsschwerpunkte von Wilhelm Urban sind in Darmstadt grundsätzlich der interdisziplinären, angewandten Forschung zuzurechnen, wobei er auf Innovation und Implementierung der Ergebnisse in der Praxis großen Wert legt. Die Arbeitsfelder liegen auf allen Ebenen der Wasserversorgungstechnik und sind geprägt durch experimentelle und rechnerische Modellbildung sowie numerische Simulationen und Optimierungen unter Einsatz und Weiterentwicklung von EFD, CFD, statistischen und neuronalen Methoden mit der Zielsetzung der Effizienzsteigerung z.B. von Brunnen und Quellen, in Wasserverteilnetzen, bei der Pumpwerkssteuerung, der Energie- und Kostenminimierung. In großen internationalen Verbundforschungsbereichen fokussiert er auf die transdisziplinäre Anpassung und Umsetzung von konkreten technischen Anlagen und ein umfassendes Capacity- und Partizipations-Management der Stakeholder auf Basis eines integrierten Wasserressourcenmanagementkonzepts (IWRM) ebenso wie auf der soziotechnischen Systemanalyse zur Transformationsforschung in der Wasserversorgung. Oftmals bewegt er sich in Nischenfeldern wie z.B. bei der Entwicklung und Anwendung eines Managementwerkzeuges zum Nachhaltigkeitscontrolling und Risikomanagement für Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft.

**Fachgebietsleitung**  
Wasserversorgung und Grundwasserschutz  
Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban



## 2.7.2 Laufende Forschungsprojekte

### Wasserversorgungskonzept für Amasiko Greenschool und das Dorf Hamukaka (Uganda)

#### Kooperationspartner:

Amasiko e.V.

#### Laufzeit:

Offen

Das Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz unterstützt in Zusammenarbeit mit dem deutschen Förderverein ‚Amasiko e.V.‘ ([www.amasiko-ev.de](http://www.amasiko-ev.de)) das soziale Non-Profit-Unternehmen Amasiko Greenschool & Resource Center ([www.amasiko.org](http://www.amasiko.org)) in Uganda bei der Erarbeitung eines Konzeptes zum Aufbau einer hygienisch einwandfreien Wasserversorgung. Das Projektgebiet befindet sich im äußersten Südwesten des Landes im Distrikt Kabale nahe der Grenze zu Ruanda auf einer Halbinsel am Lake Bunyonyi. Herz des Projektes ist ein Schulkomplex, bestehend aus mehreren Gebäuden einschließlich Küche und Sanitäranlage.

Basierend auf einer Analyse der örtlichen Randbedingungen soll geprüft werden, welche der verfügbaren Wasserressourcen (See-, Grund-, Quellwasser und Uferfiltrat) in Verbindung mit welchen technischen Lösungen geeignet sind, um die Situation der Wasserversorgung zu verbessern. Hierbei werden Konzeptvarianten erstellt, in welchen auch die sozioökonomischen Aspekte Berücksichtigung finden. Auf Grundlage eines Aufenthaltes vor Ort sollen anschließend die verschiedenen Varianten geprüft und die Planung konkretisiert werden.



Schüler:innen des Schulkomplexes auf der Halbinsel am Lake Bunyonyi

Aktuell werden im Rahmen von Abschlussarbeiten die Randbedingungen analysiert sowie Konzeptvarianten entwickelt.



#### Kontaktpersonen

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Frederik Kip, M.Sc.

## **Modellkalibrierung für CO<sub>2</sub>-Speicherung– Eine hybride stochastisch-deterministische Modellkalibrierungsmethode mit Anwendung auf die unterirdische CO<sub>2</sub>-Speicherung in geologischen Formationen**

**Fördergeber:** DFG

**Laufzeit:**

01.01.2017 – 31.12.2021

Im Jahr 2022 konnte das DFG-Projekt UR 71/6-1 „Eine hybride stochastisch-deterministische Modellkalibrierungsmethode mit Anwendung auf die unterirdische CO<sub>2</sub>-Speicherung in geologischen Formationen“, gemeinsam mit der Gruppe von Prof. W. Nowak von der Universität Stuttgart abgeschlossen werden.

### **Ausgangsfragen und Ziele des Projekts**

In den letzten Jahren wird der natürliche Untergrund zunehmend für sehr unterschiedliche und möglicherweise konkurrierende Anwendungen genutzt. Der Untergrund enthält natürliche Ressourcen, und er wird für die vorübergehende oder dauerhafte Lagerung von Abfällen und Gas genutzt. Für alle diese Nutzungsarten ist es für unsere Gesellschaft von entscheidender Bedeutung, ihre Grenzen, Risiken und gegenseitigen Einschränkungen zu bewerten. Allen diesen Anwendungen ist jedoch gemeinsam, dass sie mit einem enormen Maß an Unsicherheit bei den Daten verbunden sind, die für die Modellierung und Simulation benötigt werden. Die Qualität der Modellvorhersagen hängt stark von der Qualität der Modellparameter ab. Das Ziel dieses Projekts war die Entwicklung einer rechnerisch effizienten und zuverlässigen Methode zur Modellkalibrierung (auch History Matching genannt) mit besonderem Schwerpunkt auf

Unsicherheitsabschätzungen für die CO<sub>2</sub>-Speicherung im Untergrund (und auch für andere rechenintensive Simulationsaufgaben im Untergrund). Nach dem Abgleich mit Daten aus der Vergangenheit wird das Modell in der Lage sein, das künftige Verhalten mit größerer Zuverlässigkeit vorherzusagen, und es wird eine solide Entscheidungshilfe für das Management der Einleitung und Speicherung bieten.

Die bestehenden Methoden zur Quantifizierung von Unsicherheiten und Parameterempfindlichkeiten beim Abgleich mit Daten aus der Vergangenheit lassen sich in zwei Klassen einteilen: (1) statistische/stochastische Ansätze (bei denen mehrere Stichproben aus bedingten Verteilungen gezogen werden) und (2) deterministische optimierungsbasierte Ansätze (bei denen ein einziges optimales Modell kalibriert wird und einige Schätzungen der Kovarianz nach der Kalibrierung bereitgestellt werden). Diese beiden Ansätze werden in der Regel von verschiedenen Wissenschaftskreisen getrennt behandelt.

In diesem Projekt haben wir die beiden allgemeinen Ansätze (stochastisch und deterministisch) in Bezug auf Effizienz und Stabilität verglichen und dann eine hybride stochastisch-deterministische Kalibrierungsmethode entwickelt, die die besten Aspekte der beiden Gemeinschaften kombiniert. Die resultierende Methode wurde erfolgreich auf das Benchmark-Problem der unterirdischen CO<sub>2</sub>-Speicherung angewendet.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Es wurde ein vereinfachtes CO<sub>2</sub>-Anforderungsmodell aufgestellt, das aus zwei durchlässigen Grundwasserleitern im Untergrund besteht, die durch eine

undurchlässige Schicht dazwischen getrennt sind. Die beiden Grundwasserleiter sind nur über einen undichten Brunnen miteinander verbunden. Über einen Infiltrationsbrunnen wird  $\text{CO}_2$  in den unteren Aquifer eingeleitet (siehe [3] für Details). Die Simulationen dieses Modells wurden mit dem hauseigenen Simulator DuMux~ [1] der Universität Stuttgart durchgeführt. Das Modell enthält drei Parameter: die Leitfähigkeit des Reservoirs (die beiden Aquifere)  $K_{\text{reservoir}}$ , die Leitfähigkeit des undichten Brunnens  $K_{\text{well}}$  und die Porosität  $\Phi$ . Diese Parameter werden als unbekannt betrachtet, und das Ziel besteht darin, sie mit einigen Messdaten zu kalibrieren, die aus Druckmessungen am Infiltrationsbrunnen bestehen. Über einen Zeitraum von 100 Tagen wird alle 10 Tage eine Messung durchgeführt, so dass sich 10 Messungen ergeben. Wir haben versucht, sowohl die Permeabilität als auch die Porosität ausgehend von  $K_0=2,0 \cdot 10^{-13}$  und  $\Phi_0=0,17$  zu bestimmen, indem wir 10 mehrfache Aufnahmeintervalle mit jeweils 10 Tagen und einem Messwert verwendet haben. Die Ergebnisse zeigen schwankende Werte der Porosität nach 15 Iterationen, was bedeutet, dass es mehrere lokale Minima gibt, um die sich der Optimierer bewegt.

Um diese Schwierigkeiten bei der Simulation zu überwinden, verwenden wir eine Hybridisierung der PCE-basierten stochastischen Methode und der deterministischen Optimierungsmethoden.

Auf diese Weise erreichen wir sowohl Effizienz als auch Stabilität in der Berechnung. Weitere Details der Methode sowie Ergebnisse sind in [2] zu finden.

## Literatur

- [1] B. Flemisch, M. Darcis, K. Erbertseder, B. Faigle, A. Lauser, K. Mosthaf, S. Müthing, P. Nuske, A. Tatomir, M. Wolff, and R. Helmig, DuMux: Dune for multi- (phase, component, scale, physics) flow and transport in porous media, *Advances in Water Resources*, 34 (2011), pp. 1102–1112.
- [2] S. B. Hazra, I. Kröker, S. Oladyshkin, and W. Urban, Parameter identification using hybridization of deterministic and stochastic optimization techniques with application to 2>2 storage, in preparation.
- [3] S. Oladyshkin, H. Class, and W. Nowak, Bayesian updating via bootstrap filtering combined with data-driven polynomial chaos expansions: methodology and application to history matching for carbon dioxide storage in geological formations, *Computational Geosciences*, 17 (2013), pp. 671–687.



## Kontaktpersonen

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Prof. Dr. habil. Subhendu Bikash Hazra



## Verbesserung der Wasserversorgung durch die Einrichtung einer Entsalzungsanlage in der ländlichen Mahneshan Region/Iran

**Fördergeber:** Gerda Henkel Stiftung

**Laufzeit:**

01.03.2019 – 30.12.2023

Nach der zeitweiligen Unterbrechung der Tätigkeiten aufgrund der Coronapandemie konnten dieses Jahr die Arbeiten des Projekts „Wasser, Bildung und Tourismus in der ländlichen Mahneshan-Region/Iran“ wiederaufgenommen und vielversprechende Fortschritte erzielt werden. Ziel des Projekts ist die Trinkwasserversorgung des Dorfes Hamzehloo, der einzige Nachbar und Schutz der Kulturerbestätte, dem antiken Salzbergwerk Chehbarad/Douzlakh. Die Wasserversorgung ist außerdem Basis für weitere strukturbildende Maßnahmen, die möglichst auch Entwicklungen im wirtschaftlichen und Bildungsbereich mit sich bringen sollen.

Während der beiden zweiwöchigen Aufenthalte im Juni und Oktober dieses Jahres erfolgten nicht nur zahlreiche Treffen mit allen Stakeholdern, sondern auch der Baubeginn des Gebäudes der Wasseraufbereitungsanlage.



**Baubeginn des Gebäudes der künftigen Trinkwasseraufbereitung (Bild: Dr. N. Bagherpour Kasani)**

Zudem stehen bereits die wichtigsten Anlagenkomponenten vor Ort zur Verfügung, sodass zeitnah mit der Umsetzung weiterer Meilensteine zu rechnen ist.

Allerdings verschärfen die Auswirkungen des Klimawandels die ohnehin bereits bestehende Wasserknappheit in der Region. Mehrtägige Pumpversuche am Ende der Trockenzeit zeigten auf, dass eine Brunnenvertiefung für eine ganzjährige Wasserversorgung dringend notwendig ist. Infolge der niedrigen Wasserstände erhöht sich zudem die Salzkonzentration während der Trockenzeit. Im Zuge der neu gewonnenen Erkenntnisse wird das entwickelte Konzept an die lokalen Gegebenheiten angepasst.

Der gegenseitige Erfahrungsaustausch zwischen örtlichen Behörden, Firmen sowie den Dorfbewohnern und dem Fachgebiet spiegelt nicht nur eine gelungene internationale Entwicklungszusammenarbeit wider, sondern eröffnet auch praktikable Lösungen, während moderne Technologien Anwendung finden und Sicherheitsstandards gewährleistet werden.

In nächster Zeit ist die Durchführung weiterer Arbeiten vorgesehen. Hierunter fallen zum einen der Baubeginn des Reservoirs, zum anderen - nach erfolgreich ausgeführter Brunnenvertiefung - der Spatenstich des Brunnenhauses. Aufgrund der Nähe zum Flussbett ist eine hochwassersichere Bauweise geplant, damit ein dauerhafter Betrieb nachhaltig gewährleistet ist. Des Weiteren gilt es den Rohrleitungsbau sowie die Planungen zur Kleinkläranlage und dem Besucherzentrum voranzutreiben.



### Kontaktpersonen

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Christian Eichhorn, M.Sc.

### 2.7.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

#### Bachelorarbeiten

Entwicklung und Bewertung von Wasserversorgungskonzepten für eine Schule in Uganda

Einsatzbereiche der Bunyip-Pumpe in der Entwicklungszusammenarbeit

Analyse des Wasserfußabdrucks von Frankreich und abgeleitete Handlungsoptionen

Analyse von Gefahren spezifischer Vulnerabilitätsfaktoren für Wasserversorgungssysteme

Nachhaltigkeitsanalyse wasserwirtschaftlicher Megaprojekte am Beispiel von Hidroituango (Kolumbien)

#### Masterarbeiten

Vergleich verschiedener Bio-Sandfiltrationskonzepte und Entwicklung eines Ansatzes zur Machine Learning gestützten Konzeptionierung von Bio-Sandfiltrationsanlagen

Labortechnische Untersuchung zum Einsatz von natürlichen Flockungsmitteln zur Schwermetallentfernung aus künstlich erzeugtem und natürlichem Oberflächenwasser

Einsatz von Building (BIM) und Plant Information Modeling (PIM) für eine optimierte Betriebsführung in der Trinkwasseraufbereitung

Pseudomonaden-Kontamination im Trinkwassernetz der Gemeinde Gründau

## 2.7.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

-

## 2.7.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

### Veröffentlichungen:

- Treskatis, C. (2022): Bohrbrunnen: Planung, Bau, Betrieb, Essen, Vulkan Verlag
- Mosbach, J.; Sonnenburg, A.; Fiedler, J. E.; Urban, W. (2022): Development of a New Method to Support a Participatory Planning for Piped Water Supply Infrastructure in Informal Settlements. (Verlagsversion), Water, MDPI
- Mosbach, J.; Krämer, M.; Fiedler, J. E.; Sonnenburg, A.; Urban, W. (2022): Combined Districting and Main Line Routing — A Method to Implement a Basic Drinking Water Supply Infrastructure in Informal Settlements. (Verlagsversion), Water, MDPI
- Treskatis, C. (2022): Nitratmonitoring in Festgesteinsbrunnen – Nutzung einer stationär verbauten Nitratsonde, Der Wassermeister, S. 10-11, Vulkan-Verlag
- Sonnenburg, A.; Mosbach, J.; Eichhorn, C.; Urban, W. (2022): SaBi-Tool: Neues Verfahren zur Bilanzierung der Sandfracht im Sandfang kommunaler Kläranlagen, GWF Wasser - Abwasser, 2022 (1), S. 73-85, Vulkan Verlag
- Treskatis, C. (2022): Fallende Wasserstände in Brunnen – Absenkung des Betriebswasserspiegels in die Filterstrecke zur Erhaltung der Förderkapazität, Der Wassermeister, S. 14-16, Vulkan-Verlag
- Treskatis, C. (2022): Steuerung eines Tiefbrunnens mittels photometrischer Nitratsonde, Energie-, Wasser-Praxis, 73 (5), S. 26-37, Wirtschafts- u. Verlagsges. Gas und Wasser
- Treskatis, C.; Kluge, T. (2022): Warten und Zusehen trotz beunruhigender Signale? Ein Weckruf für eine Neubetrachtung der Grundwasserbewirtschaftung im Zeichen des Klimawandels, Wasser, Abwasser, 163 (6), S. 59-66, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH
- Treskatis, C. (2022): Wie aussagekräftig sind Messdaten aus Peilrohren in Brunnen?, gwf : Wasser, Abwasser, 163, S. 36-42, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH
- Treskatis, C. (2022): Rückbau vom Rückbau: Altbrunnen als „Aufstiegshilfe“ für unerwünschte Wasserinhaltsstoffe, bbr : Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie, 73 (9), S. 46-55, WVGW, Wirtschafts- u. Verl.Ges. Gas und Wasser
- Treskatis, C. (2022): Rückbau vom Rückbau: Altbrunnen als „Aufstiegshilfe“ für unerwünschte Wasserinhaltsstoffe, Energie-, Wasser-Praxis, 73 (10), S. 38-49, Wirtschafts- u. Verlagsges. Gas und Wasser
- Eichhorn, C.; Weckmüller, S.; Urban, W. (2022): Natural Flocculant from a Combination of Moringa oleifera Seeds and Cactus Cladodes (Opuntia ficus-indica) to Optimize Flocculation Properties, Water, 14 (21), Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) <https://doi.org/10.3390/w14213570>
- Treskatis, C. (2022): Sanierung von Brunnen – warum es keine gute Idee ist, Altbrunnen zu Grundwassermessstellen zurückzubauen, bbr : Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie, 73 (12), S. 52-59, WVGW, Wirtschafts- u. Verl.Ges. Gas und Wasser

### 3 Lehrangebot am Institut IWAR 2022

Das Lehrangebot des Instituts IWAR wird hauptsächlich in die Bachelor- und Masterstudiengänge Umweltingenieurwissenschaften eingebracht. Weiterhin werden Lehrveranstaltungen auch für die Bachelor- und Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und dem interdisziplinären Studiengang Energy Science and Engineering sowie dem internationalen Masterprogramm Sustainable Urban Development angeboten. Darüber hinaus hat das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft die Koordination des interdisziplinären Studienschwerpunktes Umweltwissenschaften inne und bietet in diesem Rahmen Lehrveranstaltungen an. International ist das Institut IWAR mit mehreren Lehrveranstaltungen in den von der TU Darmstadt gemeinsam mit der Vietnamese-German University in Ho Chi Minh City angebotenen englischsprachigen Joint-Degree-Masterstudiengang Sustainable Urban Development eingebunden. Es bietet im Auftrag der TU Darmstadt auch den englischsprachigen Masterstudiengang „Water Technology, Water Reuse and Water Management“ der Vietnamese-German University in Ho Chi Minh City an.

Für weitere Informationen:

<https://www.tucan.tu-darmstadt.de>

(Vorlesungsverzeichnis – FB13 – K: Institut IWAR)

#### 3.1 Lehrangebot im Bachelorstudium

Lehrangebot im Bachelorstudium:

- Abwassertechnik I
- Chemie I – Einführung in die Chemie für Ingenieure
- Chemie II – Stöchiometrisches Rechnen und quantitative Analytik für Ingenieure
- Chemie III – Umweltchemie und Dateninterpretation
- Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens I+II (GPEK)
- Grundlagen der räumlichen Planung
- Grundlagen der Umweltwissenschaften
- Grundlagen der Verfahrenstechnik für Bau- und Umweltingenieure
- Grundlagen der Wasserver- und -entsorgung
- Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- Mikrobiologie und Ökologie
- Modellierung von Stoffstromsystemen I: Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment (Ökobilanzen)
- Projektseminar Kommunale Planung, Ver- und Entsorgung
- Regenerative Energien
- Wassergüte und Wasserversorgungstechnik

### 3.2 Lehrangebot im Masterstudium

#### FACHGEBIETE ABWASSERTECHNIK/ WASSER UND UMWELTBIOTECHNO- LOGIE

##### **Kommunale Abwasserbehandlung**

Prof. Dr. S. Lackner  
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
F. Kirchen, M.Sc.  
T. Blach, M.Sc.

---

##### **Alternative Sanitärkonzepte / Innovative Sanitär- und Infrastruktursysteme**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
M. Atzorn, M.Eng.  
M. Schwarz, M.Sc.

---

##### **Water Treatment Processes**

Prof. Dr. S. Lackner/  
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
L. Barkmann-Metaj, M.Sc.  
T. Kaiser, M.Sc.

---

#### FACHGEBIETE ABWASSERTECHNIK/ WASSERVERSORGUNG UND GRUND- WASSERSCHUTZ

##### **SUD - Sanitary Environmental Engineering (Teilmodul von Water in Urban Development)**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Prof. Dr.-Ing. H. A. Towaie  
M. Atzorn, M.Eng.

---

#### FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

##### **Industrieabwasserreinigung**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
L. Barkmann-Metaj, M.Eng.  
P. Kuhn, M.Eng.

---

##### **Laborseminar Industrieabwasserreinigung**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
L. Barkmann, M.Eng.  
T. Blach, M.Sc.

---

##### **Laborseminar Industrieabwasserreinigung**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
L. Barkmann, M.Eng.  
T. Blach, M.Sc.

---

##### **Planung, Bau und Betrieb abwassertechnischer Anlagen**

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner  
Prof. Dr.-Ing N. Jardin  
T. Blach, M.Sc.

---

##### **Biologische Abwasserreinigung**

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner  
J. Trippel, M.Sc.  
M. Schwarz, M.Sc.

---

##### **Reststoffe aus Abwasseranlagen - Behandlung und Ressourcenrückgewinnung**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
T. Blach, M.Sc.

---

##### **Interdisziplinäres Projekt Bau und Umwelt (IPBU)**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart  
S. Kale, M.Sc.  
M. Atzorn, M.Eng.

---

#### FACHGEBIET WASSER UND UMWELT- BIOTECHNOLOGIE

##### **Wasserchemisches Grundlagenpraktikum**

Prof. Dr. S. Lackner  
V. Acevedo Alonso, M.Sc.  
F. Kirchen, M.Sc.  
T. Kaiser, M.Sc.  
Mitarbeiter IWAR Labor

---

##### **Mathematische Simulation in der Abwasserreinigung**

Prof. Dr. S. Lackner  
V. Acevedo Alonso, M.Sc.  
T. Kaiser, M.Sc.

---

##### **Weitergehende kommunale Abwasserbehandlung**

Prof. Dr. S. Lackner  
F. Kirchen, M.Sc.

---

**Angewandte (Umwelt)-Mikrobiologie für Ingenieure**

Dr.-Ing. S. Agrawal (Lehrauftrag)

**Ingenieurpraktikum Wassertechnologie**Prof. Dr. S. Lackner  
F. Kirchen, M.Sc.**FACHGEBIETE WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ/ WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE****Drinking Water**Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban/  
Prof. Dr. S. Lackner  
C. Eichhorn, M.Sc.  
T. Kaiser, M.Sc.**FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG****Umweltplanung**Dr. Stefan Scheiner;  
Audrey Bourgoïn, M.Sc.  
Benjamin D. Kraff, M.Sc.**Infrastructure Planning**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke  
Audrey Bourgoïn, M.Sc.  
Benjamin D. Kraff, M.Sc.**Methodology of Empirical Analysis**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke  
Dr. Felipe F. De Souza**Urban Structures (Teilmodul von Urban Development and Architecture of Cities)**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke  
Hang Le, M.Sc.**International Spatial Development and Planning**Dr. Felipe F. De Souza  
Anna Dell, M.Sc.  
Kim Nobis, M.Sc.**Einführung in die Stadt- und regionalplanung in Hessen**Prof. Jan Hilligardt  
Jana Stahl, M.Sc.**Räumliche Entwicklung und Planungspraxis**

Prof. Dr.-Ing. habil Jan Hilligardt

**Interdisziplinäres Entwicklungsprojekt für Infrastrukturlösungen**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke  
Benjamin D. Kraff, M.Sc.**Projekt Infrastruktur**Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke  
Benjamin D. Kraff, M.Sc.**FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT****Abfalltechnik: Aggregate, Verfahrenskonzepte und Anlagen**Prof. Dr. L. Schebek  
Dr.-Ing. habil. J. Kannengießer**Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems**Prof. Dr. L. Schebek  
Dr. techn. A. Lopes  
C. Dierks, M.Sc.  
L. Göllner-Völker, Dipl.-Wirt.-Ing.**Chemie IV –Instrumentelle Analytik**Dr.-Ing. C. Brockmann  
D. Dörder, M.Sc.**Chemikaliensicherheit und nachhaltige Chemie**Dr.-Ing. C. Brockmann  
D. Dörder, M.Sc.**Energy Efficiency**Prof. Dr.-Ing. C. Rohde  
A. Güldemund, M.Sc.**Immissionsschutz**Prof. Dr. habil. U. Lahl  
Dr.-Ing. habil. J. Kannengießer  
A. Campitelli, M.Sc.  
M. Hoffmann, Dipl.-Ing.**Ingenieurpraktikum Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft**Prof. Dr. Liselotte Schebek  
Dr.-Ing. J. Kannengießer  
Dr. techn. A. Lopes  
T. Hagedorn, M.Sc.

## **Modellierung von Stoffstromsystemen II: Methoden für Szenarioanalysen**

Prof. Dr. Liselotte Schebek  
Dr. V. Zeller  
C. Dierks, M.Sc.

---

## **Renewable Energies, Energy scenarios and Climate protection**

Prof. Dr. L. Schebek  
Prof. Dr.-Ing. C. Rohde  
S. Hanesch, M.Sc.  
N. Scholliers, M.Sc.  
D. Olaya, M.Sc.  
A.J. van Zuilichem, M.Sc.

---

## **Sustainable Waste Management and LCA Application**

Prof. Dr. L. Schebek  
A. Campitelli, M.Sc.  
Dr. V. Zeller

---

## **Transformationsprozesse für eine Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft**

Prof. Dr. L. Schebek  
Dr. H. Wilts  
T. Berger, M.Sc.  
T. Hagedorn, M.Sc.

---

## **Umweltmanagement und industrieller Umweltschutz**

Prof. Dr. L. Schebek,  
Prof. Dr. A. von Ahsen  
L. Göllner-Völker, Dipl.-Wirt.-Ing.  
J. Zeulner, M.Sc.

---

## **Umweltwissenschaften an der TU Darmstadt**

Prof. Dr. L. Schebek  
Dr. techn. A. Lopes  
A. Güldemund, M.Sc.  
Z. Miao, M.Sc.

---

## **Wasserstoff – Chancen und Herausforderungen für die Energiewende?**

Prof. Dr. L. Schebek  
T. Berger, M.Sc.

---

## **FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE**

### **Pollutants in the Water Cycle**

Prof. Dr. rer. nat. H. V. Lutze  
M.S. Abdighahroudi, M. Sc.

---

### **Oxidative Processes in Water Treatment**

Prof. Dr. rer. nat. H. V. Lutze  
M. Jütte, M. Sc. & M. A. Asadi, M. Sc.

---

## **FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ**

### **Trinkwassergüte und Wasseraufbereitungstechnik**

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
F. Kip, M. Sc.

---

### **Grundwasserschutz**

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Prof. Dr.-Ing. H. A. Towaie

---

### **Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Wassergewinnung**

Prof. Dr. Treskatis  
A. Zettl

---

### **Wasserversorgung in der Praxis**

H. Löhner, M.Sc.  
A. Zettl

---

### **Wasserversorgung: Optimierung, Modellierung und Fallstudien**

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
C. Eichhorn, M. Sc.; F. Kip, M. Sc.

---

### **Wassertechnik und Wassermanagement für aride Zonen**

Dr.-Ing. M. Zimmermann  
A. Zettl

---

### **Nachhaltige Wasserversorgungswirtschaft**

Dr.-Ing. M. Zimmermann  
A. Zettl

---

### **Strömungsmodellierung – Arbeitsschritte in CFD**

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban  
Dr.-Ing. A. Sonnenburg

---

### 3.3 Interdisziplinäre Lehrveranstaltungen

- Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens I+II (GPEK)
- Interdisziplinäres Energieprojekt
- Interdisziplinäres Projekt Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- Interdisziplinäres Entwicklungsprojekt für Infrastrukturlösungen
- Umweltwissenschaften an der TU Darmstadt
- Neues aus der Umwelttechnik und Infrastrukturplanung
- Erdsystemforschung
- Ringvorlesung: Global Challenges 20/20 Vision: Past & Present Futures of Technology



### 3.4 VGU Masterstudiengang „Water Tech“

Englischsprachiger Masterstudiengang „Water Technology, Water Reuse and Water Management“ an der Vietnamese-German University (VGU) in Ho Chi Minh City

#### BASISMODULE

##### **GIS and Water Management**

Dr. Son / Dr. Van

---

##### **English Scientific Writing**

Dr. Spittle

---

##### **Legal Aspects of Water Management**

Dr. Hieu / Dr. Van

---

##### **Spatial Planning in Flood Area**

Dr. Son / Dr. Van

---

##### **Water Chemistry and Micobiology**

Assoc. Prof. Dr. Luu

---

#### VERTIEFUNGSRICHTUNG WATER AND WASTEWATER

##### **Drinking Water**

Prof. Dr. S. Lackner

---

##### **Industrial Wastewater Treatment and Reuse**

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

---

##### **Municipal Wastewater Treatment and Reuse**

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

---

##### **Operation of Wastewater Treatment Plants**

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

---

##### **Planning/Construction of Wastewater Treatment Plants**

Kocks Consult

---

#### VERTIEFUNGSMODULE

##### **Economics of Infrastrucure**

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke

---

##### **Fundamentals of Waste Technology**

Prof. Dr. L. Schebek

Prof. Dr.-Ing. J. Kannengießer

---

##### **Interdisciplinary Project**

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

---

##### **River Basin Management**

Prof. Dr. B. Schmalz

---

##### **Water Treatment Processes**

Prof. Dr. S. Lackner

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

---

#### VERTIEFUNGSRICHTUNG RIVER MANAGEMENT

##### **Flood Management**

Dr. Binh

---

##### **Hydraulic Structures and Modelling**

Dr.-Ing. J. Wiesemann

---

##### **Hydomechanics and Distribution Network**

Dr. Binh

---

##### **Modelling Details of Hydrosystems**

Dr. Binh

---

##### **River Engineering**

Dr.-Ing. J. Wieseman

---

## 4 Abgeschlossene Promotionen am Institut IWAR



### Alessio Campitelli

„Promoting Circular Economy in Cities of the Global South through Assessment of Waste Management Systems: The Case of Marrakech (Morocco)“

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferentin:

Prof. Dr.-Ing. Anke Bockreis

Tag der mündlichen Prüfung:

21.06.2022

Am 21. Juni 2022 verteidigte Herr Alessio Campitelli erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Promoting Circular Economy in Cities of the Global South through Assessment of Waste Management Systems: The Case of Marrakech (Morocco)“. Herr Campitelli arbeitet seit Dezember 2014 am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek. In seiner Doktorarbeit beschäftigt sich Alessio Campitelli mit der Bewertung von Abfallwirtschaftssystemen in Ländern des globalen Südens. Obwohl ein funktionierendes Abfallwirtschaftssystem unabdingbar für eine gute Lebensqualität, eine saubere Umwelt und die Schonung natürlicher Ressourcen ist, werden Abfälle in vielen Ländern des globalen Südens überwiegend in Deponien entsorgt oder offen verbrannt. Jedoch werden in diesen Ländern zunehmend Anstrengungen sichtbar, eine Kreislaufwirtschaft zu fördern. Alessio Campitelli entwickelt eine Methode, die es ermöglicht den Zustand im Sinne der Kreislaufwirtschaft von urbanen Abfallwirtschaftssystemen v.a. im Kontext des Globalen Südens zu bewerten. Diese Methode soll dazu beitragen, Kreislaufwirtschaftspotenziale strukturiert zu identifizieren, indem bestehende Rahmenbedingungen bewertet und basierend darauf konkrete Maßnahmen abgeleitet werden. Am Beispiel der marokkanischen Stadt Marrakesch wird die Methode erprobt und validiert und in einem weiteren Schritt Verbesserungspotenziale und konkrete Handlungsempfehlungen zur Förderung einer Kreislaufwirtschaft in Marrakesch abgeleitet. Nach erfolgreicher Disputation in Präsenz wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, gesungen und im Doktorwagen umhergefahren. Anschließend wurde unter Einhaltung der gültigen Corona-Regeln im Kreise der Familie, Freunde und Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.



**Vanessa Acevedo Alonso**

**„Modelling Biofilm Systems for Wastewater Treatment: Impact of Microscale Features on Global Modelling Results “**

Referentin:

Prof. Dr. Susanne Lackner

Korreferent:

Prof. Dr. Eberhard Morgenroth

Tag der mündlichen Prüfung:

24.06.2022

Am 24. Juni 2022 verteidigte Frau Vanessa Acevedo ihre Dissertation mit dem Titel „Modelling Biofilm Systems for Wastewater Treatment: Impact of Microscale Features on Global Modelling Results“. Frau Acevedo war seit März 2018 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. Susanne Lackner beschäftigt.

In ihrer Doktorarbeit erforschte sie zwei microscale features von Biofilmen: die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft und die Dimensionalität. Sie hat drei Biofilmsysteme erforscht/modelliert: Einen biologisch aktiven granulierten Aktivkohle-Filter (bGAK), einen Moving Bed Bioreactor (MBBR) und einen Membrane Aerated Biofilm Reactor (MABR), mit dem Ziel die Auswirkungen der untersuchten microscale features auf die globalen Modellierungsergebnisse (z.B.  $\text{NH}_4\text{-N}$  Ablaufkonzentration) und die Aussagekraft des Modells zu untersuchen. Nach erfolgreicher Disputation als hybride Veranstaltung wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, gesungen und unter Einhaltung der gültigen Corona-Regeln gefeiert.



### Justus Behnisch

**„Oxygen transfer of fine-bubble aeration systems in wastewater treatment: Influence of diffuser design on oxygen transfer at increased salt concentrations “**

Referent:

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Tag der mündlichen Prüfung:

14.10.2022

Am 14. Oktober 2022 verteidigte Justus Behnisch, ehemaliger Mitarbeiter des Fachgebiets Abwassertechnik, erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Oxygen transfer of fine-bubble aeration systems in wastewater treatment: Influence of diffuser design on oxygen transfer at increased salt conditions“.

Belüftungssysteme stellen in der biologischen Abwasserreinigung durch das Belebtschlammverfahren nach wie vor den Hauptnutzer elektrischer Energie dar, mit einem Anteil von 50 % bis 80 % des gesamten Strombedarfs der Abwasseranlage. Daher ist es im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Abwasserreinigung von hohem Interesse, Belüftungssysteme hinsichtlich der Abhängigkeiten der Energieeffizienz sachgerecht wissenschaftlich zu beurteilen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. Darüber hinaus hat der Salzgehalt von Abwässern ebenfalls einen entscheidenden Einfluss auf den Sauerstoffübergang aus den Gasblasen in die flüssige Phase und damit auf die Effizienz der Sauerstoffversorgung der Belebtschlamm-Mikroorganismen. Vor allem für industrielle Abwässer oder Abwasser mit erhöhten Salzkonzentrationen aufgrund von Kreislaufführungen, die zukünftig vermehrt zu erwarten sind, ist die angepasste Auslegung der zumeist eingesetzten, feinblasigen Druckbelüftungssysteme unter diesen Randbedingungen daher von zunehmender Relevanz.

Vor diesem Hintergrund hatte sich Justus in seiner Arbeit das Ziel gesetzt, den Einfluss des Belüfterdesigns in feinblasigen Druckbelüftungssystemen auf den Sauerstoffeintrag bei der Behandlung salzhaltiger Abwässer wissenschaftlich zu beurteilen. Er verglich dazu in unterschiedlichen Versuchsmaßstäben (Labor, Halbtechnik) eine Vielzahl von Belüfterelementen (Teller, Platte, Rohr) untereinander und die Abhängigkeit dieser Elemente vom Salzgehalt und von anderen Versuchsrandbedingungen.

Justus absolvierte seine Verteidigung mit Bravour und konnte die Fragen der Prüfungskommission souverän beantworten. Wir sagen herzlichen Glückwunsch zur bestandenen Promotion und wünschen für den weiteren Werdegang alles Gute!



### Markus Fritz

#### „Industrial excess heat utilisation for residential heating“

Referent:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde

Tag der mündlichen Prüfung:

21.12.2022

Am 21.12.2022 hat Herr Markus Fritz seine Dissertation mit dem Titel "Industrial excess heat utilisation for residential heating" verteidigt. Herr Fritz war externer Doktorand am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft und ist seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Er wurde von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek und Herrn Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde betreut. In seiner Doktorarbeit analysierte Herr Fritz in wie weit industrielle Abwärme für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Wohngebäuden genutzt werden kann. Ziel dieser Dissertation war es, das Abwärmepotenzial für die Beheizung von Wohngebäuden auf der Grundlage verschiedener Wärmetransporttechnologien zu ermitteln, die Kosten für den Abwärmehtransport abzuschätzen und Empfehlungen für die künftige Verbreitung der Abwärmenutzung zu geben. Dazu wurde ein Bottom-up-Optimierungsmodell entwickelt, das eine standortspezifische Modellierung der industriellen Abwärmepotenziale ermöglicht. Darüber hinaus wurde eine Analyse der fördernden Faktoren und Hemmnisse für die Nutzung von Abwärme durchgeführt. Die Ergebnisse der Dissertation zeigen, dass Fernwärme für viele Anwendungen die wirtschaftlichste Technologie ist. In einigen Fällen können jedoch auch andere Technologien vorteilhaft sein. Abschließend zeigen die Ergebnisse, dass es nach Ansicht vieler Unternehmen zu wenige "Best-Practice"-Beispiele für die erfolgreiche externe Nutzung von Abwärme gibt. Daher sollten erfolgreiche Projekte durch Förder- und Kommunikationsprogramme weiter gefördert und bekannter gemacht werden. Nach erfolgreicher Disputation in Präsenz wurde so kurz vor Weihnachten im Kreis der Kolleg:innen, der Familie und Freunden gefeiert.

## Anhang

### Auszug der Schriftenreihe des Instituts IWAR

Schriftenreihe	Veröffentli- chung	Autoren	Titel	Preis
IWAR 270	Dissertation	Acevedo Alonso, Van- essa	Modelling Biofilm Systems for Wastewater Treatment: Im- pact of Microscale Features on Global Modelling Results.	35,- €
IWAR 269	Habilitations- schrift	Kannengießer, Jan	Das Potenzial einer zukünftigen bioökonomischen Abfallwirt- schaft: Nationale und internationale Ansätze.	35,- €
IWAR 268	Dissertation	Lutze, Robert	Application of an Anaerobic Membrane Bioreactor for the Treatment of Lipid-rich Sludges.	35,- €
IWAR 267	Dissertation	Nguyen, Le Quymh Thu	Untersuchungen zur Wertstoffrückgewinnung aus Industrie- abwässern mit Membranverfahren	35,- €
IWAR 266	Dissertation	Hembach, Norman	Vergleich ausgewählter Verfahren der weitergehenden Ab- wasserbehandlung auf Grundlage ihrer Reduktion von mik- robiellen Kontaminationen.	35,- €

Weitere Schriftenreihen können bei Bedarf gerne am Institut IWAR erfragt werden.

Ansprechpartner: Vera Soedradjat (Informationen hierzu sind auf der Webseite des Förder-  
vereins [www.iwar-förderverein.de](http://www.iwar-förderverein.de) enthalten)

### Tagungsunterlagen Infotage

Nr.	Titel	Preis
6	Planung und Betrieb von Belüftungssystemen im In- und Ausland 6. Infotag IWAR Abwassertechnik - 20. September 2018	35,- €
5	Planung und Optimierung von Belüftungssystemen im Spiegel neuer Entwicklungen 5. Infotag IWAR Abwassertechnik - 26. November 2015	35,- €
4	Abwasser- und Klärschlammbehandlung im Fokus der Energiewirtschaft der Zukunft 4. Infotag - IWAR Abwassertechnik - 03. März 2015	35,- €
3	Biologische Abwasserbehandlung im Spannungsfeld zwischen Belüftungseffizienz und Energieverbrauch 3. Infotag - IWAR Abwassertechnik - 24. November 2011	25,- €
2	Belagsbildung auf Membranen von Belüftungselementen - Probleme und neue Lösungsansätze 2. Infotag - IWAR Abwassertechnik - 22. April 2004	vergriffen
1	Neue Wege der Schlammbehandlung - Desintegration von Klärschlamm 1. Infotag - IWAR Abwassertechnik - 15. Mai 2003	vergriffen

Ansprechpartner: Vera Soedradjat (Informationen hierzu sind auf der Webseite des Förder-  
vereins [www.iwar-förderverein.de](http://www.iwar-förderverein.de) enthalten)