

Institut IWAR

Tätigkeitsbericht 2021



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
Abwasserwirtschaft
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
Christian Dierks, Christian Eichhorn, Mischa Jütte, Alice Löffler,
Julian Mosbach, Benjamin Krafft

März 2022, Darmstadt

Vorwort

Auch im Jahr 2021 hat sich am Institut IWAR wieder viel getan. An den verschiedenen Fachgebieten werden zurzeit insgesamt 45 Projekte bearbeitet. Neben drei fachgebietsübergreifenden Projekten wurden am IWAR viele nationale und internationale Projekte 2021 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 Fachgebietsseminaren gefeilt und viele (digitale) Konferenzen zum fachlichen Austausch und 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 und der Vietnamesischen Partneruniversität VGU angeboten werden. Aufgrund der weltweiten Corona-Pandemie fiel das Angebot an Laborübungen und Exkursion eingeschränkt aus.

Bedeutsame Änderungen am Institut IWAR in diesem Jahr stellte der Wechsel des geschäftsführenden Direktors und die Umbenennung des Fachgebietes „Abwasserwirtschaft“ in „Wasser und Umweltbiotechnologie“ dar.

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 2021 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
1 INSTITUT IWAR	1
1.1 ORGANISATION DES INSTITUTS	1
1.2 ENTWICKLUNGEN DES INSTITUTS	2
1.3 DATEN UND FAKTEN DES INSTITUTS	3
1.4 AUFGABENFELDER UND ZUSAMMENARBEIT DER FACHGEBIETE	4
1.5 NEUIGKEITEN, PREISE UND AUSZEICHNUNGEN AM INSTITUT	8
2 FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN AM INSTITUT IWAR	23
2.1 FACHGEBIETSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN	25
2.2 FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK	29
2.3 FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE	37
2.4 FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG	49
2.5 FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT	55
2.6 FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE	81
2.7 FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ	89
3 LEHRANGEBOT AM INSTITUT IWAR 2021	95
3.1 LEHRANGEBOT IM BACHELORSTUDIUM	95
3.2 LEHRANGEBOT IM MASTERSTUDIUM	96
3.3 INTERDISZIPLINÄRE LEHRVERANSTALTUNGEN	99
3.4 VGU MASTERSTUDIENGANG „WATER TECH“	100
4 ABGESCHLOSSENE PROMOTIONEN AM INSTITUT IWAR	101
ANHANG	105

1 Institut IWAR

Das Institut IWAR setzte sich bis Ende 2021 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. Am 09.07.2021 ging die Amtszeit der Direktorin Prof. Dr. rer. nat. Schebek zu Ende und Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart wurde zum neuen geschäftsführenden Direktor gewählt.

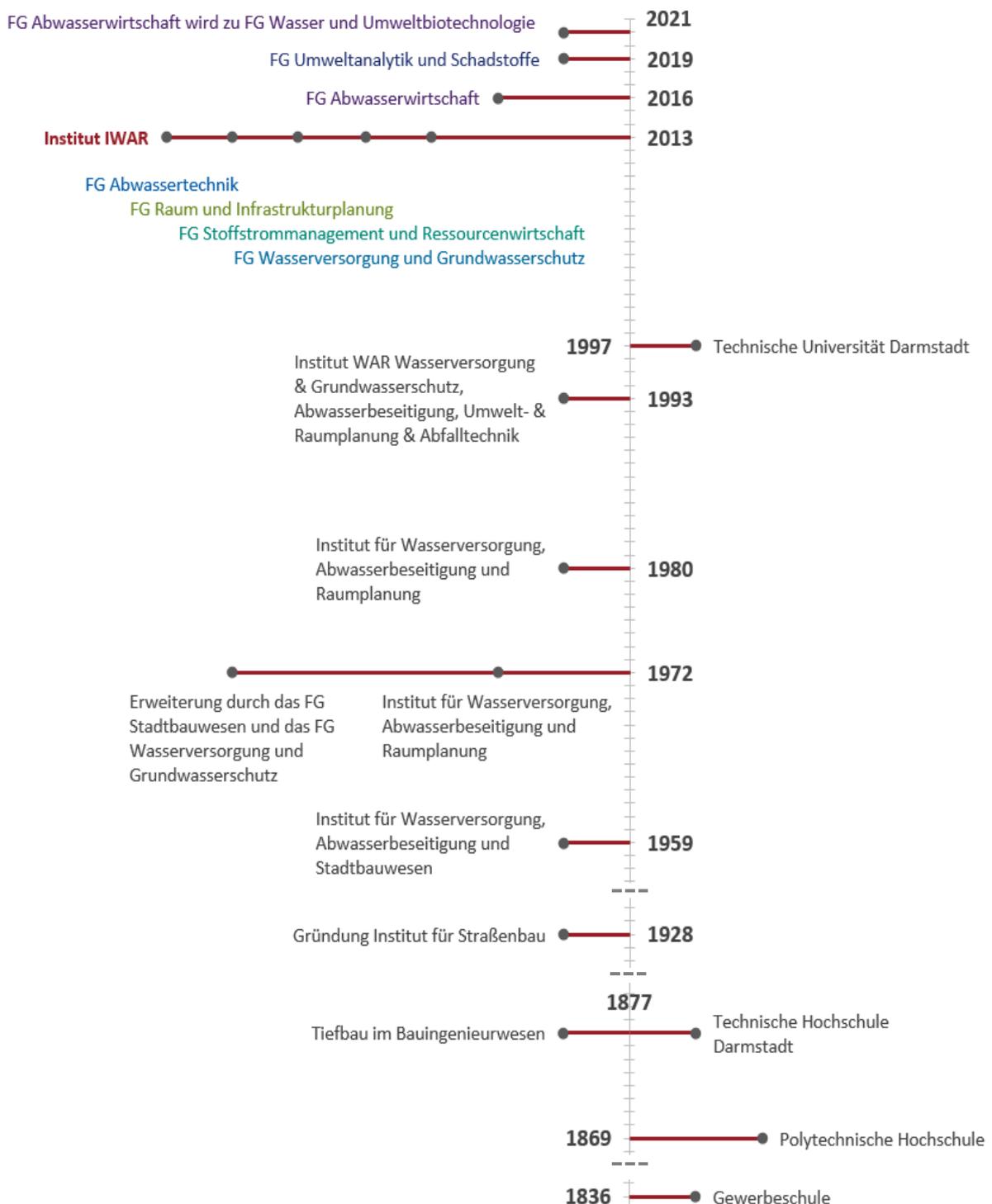
Institut IWAR		
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart Geschäftsführender Direktor		Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wagner Geschäftsführer
Abwassertechnik Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart	Wasser und Umweltbiotechnologie Prof. Dr. Susanne Lackner	Raum- und Infrastrukturplanung Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke (komm. 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 Lehlabor 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 Lehlabor 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

3	Fachgebietsübergreifende Forschungsprojekte
	Laufende Forschungsprojekte im
7	FG Abwassertechnik
12	FG Wasser und Umweltbiotechnologie
2	FG Raum- und Infrastrukturplanung
20	FG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
5	FG Umweltanalytik und Schadstoffe
3	FG Wasserversorgung und Grundwasserschutz



Personalbestand

8	Professorinnen und Professoren
2	Gastprofessorinnen und –professoren sowie Honorarprofessoren
0	Privatdozent
14	Lehrbeauftragte (inkl. promovierte WiMis mit Lehrauftrag)
46	Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
1	Stipendiaten
0	Hilfswissenschaftlerinnen und Hilfswissenschaftler mit Abschluss
6	Administrative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
11	Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Labor und in der Werkstatt

Studierendenzahlen Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

1.032	Immatrikulationen im Bachelor WS 2021/2022
800	Immatrikulationen im Master WS 2021/2022

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. Tatkräftige Unterstützung in Lehre und Forschung erfährt das Institut durch den IWAR-Förderverein. Auch die institutsangegliederte Werkstatt sowie Labor- und Versuchseinrichtungen unterstützen das Institut bei praktischen und analytischen Problemstellungen.

2021 arbeitete das Institut an drei **gemeinsamen Forschungsprojekten**. Das gemeinsame Forschungsprojekt EmiStop untersucht Mikroplastikemissionen in Industriebetrieben entlang der Wertschöpfungskette von Kunststoffprodukten, deren Minderung und Vermeidung. Die Fachgebiete Abwassertechnik und Wasser und Umweltbiotechnologie arbeiten dabei an Probenahme- und Analysemethoden, Bilanzierungen und Möglichkeiten zum Rückhalt von Mikroplastik. Das zweite Forschungsprojekt RePhoRM beschäftigt sich mit Konzepten zur technologischen und strategischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammaschen im Rhein-Main-Gebiet. Es wird von den Fachgebieten Abwassertechnik sowie Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft bearbeitet. Das dritte Forschungsprojekt ist eine Zusammenarbeit der Fachgebiete Umweltanalytik und Schadstoffe und Wasser und Umweltbiotechnologie, deren Ziel es ist das Verhalten des genetischen Materials der Corona Viren nach oxidativen Behandlungsschritten zu untersuchen. Diese Erkenntnisse sind von großer Bedeutung für eine optimierte Trink-/ und Abwasserdesinfektion.

Das **Fachgebiet Abwassertechnik** 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 den 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. Ein weiterer Schwerpunkt 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 neuen Technologien. Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich beispielsweise mit dem Einfluss hoher Salzkonzentrationen auf den biologischen Abbau und den Sauerstoffeintrag in Industrieabwässern, der Entfernung von Mikroverunreinigungen durch nanoporöse Membranen, der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in Industrie und Kommunen, und dem Einfluss von Industriechemikalien auf anaerobe Granula. Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für schnell wachsende Ballungsräume 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.

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 zunehmend auch verfahrenstechnische Ansätze für neuartige Schadstoffe, wie organische Spurenstoffe, mikrobielle Kontamination und Kunststoffpartikel.

Um eine effizientere Abwasserbehandlung zu gewährleisten, sind neben den klassischen Verfahren, die vor allem in Lehre und Praxis vertreten sind, auch Untersuchungen und Entwicklungen von neuen Technologien, wie beispielsweise Biofilm- und Membranverfahren, Gegenstand aktueller Forschung. Zur Optimierung neuer Verfahren werden Versuchsanlagen im Labor- und halbtechnischen Maßstab betrieben, so z.B. in aktuellen Forschungsprojekten zu membranbasierten Biofilmverfahren, Verfahren mit Aktivkohle oder Oxidationsverfahren. Neben der experimentellen Forschungsarbeit leistet auch die mathematische Simulation von grundlegenden biochemischen Prozessen bis hin zu kompletten Kläranlagen einen großen Beitrag, um technische Systeme besser zu verstehen, zu optimieren und zu steuern.

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. Neben dem Nachweis von antibiotikaresistenten Bakterien und Genen wird aktuell auch an Nachweisverfahren für SARS-CoV-2 in Rohabwasser gearbeitet, um durch Abwassermonitoring die Pandemiebekämpfung zu unterstützen.

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.

Der Forschungsgegenstand des **Fachgebiets 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 wie LC, IC und GC in Verbindung mit online Anreicherung und verschiedenen Detektoren wie MS-MS oder Nachsäulenreaktion verwendet. Nach der Umwandlung von Schadstoffen können deren Transformationsprodukte in Einzelfällen nicht geringere, sondern verstärkte unerwünschte Moleküleigenschaften aufweisen. 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.

Zu den Hauptfeldern der Forschungsaktivitäten des **Fachgebiets 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) wird über aktuelle Veranstaltungen, Veröffentlichungen und offene Stellenangebote informiert.

1.5 Neuigkeiten, Preise und Auszeichnungen am Institut

NEUIGKEITEN AUS DEM FÖRDERVEREIN

Aufgrund der Corona-Pandemie musste der für Januar 2022 avisierte Termin für die Durchführung des Info-Tages Belüftungstechnik erneut verschoben werden. Es ist geplant, dass der Infotag in altbewährter Weise im Maritim-Hotel zusammen mit einer kleinen Fachausstellung durchgeführt wird. Als neuer Termin ist der 22. oder der 29. September 2022 vorgesehen. Aufgrund der guten Resonanz soll wieder eine Veranstaltung Students meet Business stattfinden, und zwar am 28. April 2022. Vier juristische Mitglieder des Fördervereins werden sich den Studierenden vorstellen. Im Anschluss der Veranstaltung wird wieder ein GetTogether stattfinden, sofern die Corona-Lage es zulässt.

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

25-jähriges Dienstjubiläum von Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban

Am 1. Oktober 2021 konnte Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban sein 25-jähriges Dienstjubiläum an der TU Darmstadt begehen. Seit 1996 vertritt Wilhelm Urban das Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz am Institut IWAR, welches alle Facetten der Wasserversorgung und Wasseraufbereitung beleuchtet sowie Strategien und Konzepte zur Verbesserung des Grundwasserschutzes entwickelt.



Kuchen zum Dienstjubiläum von Herr Prof. Urban.
(Bild: Vera Soedradjat)

Am 13. Oktober 2021 wurde Corona-konform in kleinem Kreis auf das Dienstjubiläum von Wilhelm Urban angestoßen. Wir wünschen Herrn Urban weiter viel Erfolg bei seinen Forschungsvorhaben und in der Lehre!

Gruppe der Professor_innen der universitären Siedlungswasserwirtschaft

Am 16. März 2021 fand die – aufgrund der Corona-Pandemie virtuelle – Mitgliederversammlung der Professor_innen der universitären Siedlungswasserwirtschaft statt. Diese Gruppe hat sich zum Ziel gesetzt, der ingenieurbasierten, universitären Forschung und Lehre in der Siedlungswasserwirtschaft ein abgestimmtes Mandat zu geben und die Vernetzungen der Akteurinnen und Akteure untereinander zu fördern. So wurden anlässlich der Mitgliederversammlung Informationen zum neuen DFG Fachkollegium 318 (Wasserforschung), zu einem Koordinationstermin mit der DWA und zu einem Vorstellungstermin der Gruppe bei den Verantwortlichen des BMBF (Referat 726) und des Projektträgers Karlsruhe (PTKA) ausgetauscht. Bereits etablierte Arbeitsgruppen stellten Ergebnisse gemeinsa-

mer Strategieüberlegungen und Diskussionspapiere zu Lehrinhalten, zu Forschungsformaten und zu zukunftssträchtigen Forschungsthemen aus Sicht der Professor_innen der Siedlungswasserwirtschaft vor. Das Institut IWAR ist durch Frau Prof. Dr. Susanne Lackner (CoSprecherin ab August 2021, AG Forschungsformate), Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban (AG Lehre) und Herrn Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart (AG Forschungsthemen) in der Gruppe der Professor_innen vertreten.

Virtual Tongji Days 2021

Am 8. und 9. Juni fanden die virtuellen Tongji-Tage statt. Die Kooperation der Tongji Universität und der TU Darmstadt besteht seit mehr als 40 Jahren und aus dieser Zusammenarbeit sind schon eine Vielzahl von erfolgreichen Projekten hervorgegangen. Am ersten Tag fand eine große Eröffnungsveranstaltung statt, welche die erfolgreiche langjährige Zusammenarbeit in den Fokus stellte. Im Anschluss dazu gab es ein digitales Networking, in dem sich fachübergreifend ausgetauscht wurde. Der zweite Tag begann mit neun verschiedenen Workshops zu unterschiedlichen Themengebieten. Workshop zwei „Smart Cities“ beinhaltete insgesamt fünf Vorträge, über die gemeinschaftlich diskutiert und im Anschluss ein Konsens zur Umsetzung des Konzeptes „Smart City“ erreicht wurde. Moderiert wurde der Workshop von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner. Außerdem war das Institut IWAR durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart mit einem Vortrag und Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban vertreten. Während der Abschlussveranstaltung wurden die Ergebnisse aller Workshops von den jeweiligen Moderatoren kurz zusammengefasst. Vizepräsident Herr Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider gab im Anschluss einen Überblick, welche zukünftigen erfolgreichen Kooperationen zwischen den beiden Universitäten noch zu erwarten sind, was vom Vizepräsidenten der Tongji Universität ebenfalls begrüßt wurde.



Prof. Martin Wagner beim „Wrap-up“ des Workshops 2 während der Abschlussveranstaltung.
(Bild: Claudia Finner)

Kompetenzzentrum Wasser-Hessen

Am 09. November 2021 fand an der Frankfurter Goethe-Universität die erste Dialogveranstaltung zur Gründung des Kompetenzzentrum Wasser Hessen (KWH) statt. Unter Anwesenheit des HMUKLV, des HLNUG und der Regierungspräsidien Darmstadt und Gießen wurden Strategien zur Etablierung des hessenweiten Kompetenzzentrums entwickelt und diskutiert. Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung der beteiligten Universitäten, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Behörden soll das Netzwerk des KWH in einer wissenschaftlichen Kooperation als hessisches Kompetenzzentrum und Bindeglied zwischen den im Wassersektor tätigen Akteuren aus Wissenschaft, Verwaltung, Politik, Praxis und Bildung fungieren. Darüber soll das KWH mit weiteren Praxisakteuren des Wassersektors, wie Behörden, nicht-behördlichen Organisationen, Vereinen oder im Bereich des Wassersektors tätigen Unternehmen und engagierten Privatpersonen kooperieren.

„Seiner Zielrichtung nach fördert das KWH den gegenseitigen Austausch zwischen Wissenschaft und den anderen im Wassersektor tätigen Akteuren und bündelt das Wissen von Praktikerinnen und Praktikern bzw. Experteninnen und Experten, um die nachhaltige Bewirtschaftung und Nutzung der Ressource Wasser in Hessen auch angesichts bestehender und neuer Herausforderungen, wie dem Klimawandel, Stoffeinträgen und dem Verlust der biologischen Vielfalt, erfolgreich zu gestalten.“

Aus der TU Darmstadt waren Prof. Dr. habil. Schmalz, Prof. Dr.- Ing. habil. Lehmann, Prof. Dr. Schüth, Prof. Dr. Lackner, Prof. Dr. Lutze und Prof. Dr.-Ing. Engelhart persönlich bei der Dialogveranstaltung anwesend, um die Kompetenzen des Profilverthemas „Scalable Clean Water Cycles“ an der TU Darmstadt einbringen zu können.

NEUIGKEITEN AUS ABWASSERTECHNIK UND WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

Abschlusskonferenz: „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungsansätze“

Vom 20. bis 21. April 2021 fand die Abschlusskonferenz des BMBF-Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungsansätze“ statt. In einer digitalen Konferenzhalle kamen rund 600 Fachleute aus Forschung, Politik und Praxis zusammen, um die Ergebnisse aus über drei Jahren Forschung in 20 Projekten zu diskutieren. Die Projektbeiträge in den fünf Themenbereichen des Forschungsschwerpunktes Green Economy, Konsum, Recycling, Limnische Systeme sowie Meere und Ozeane konnten wesentliche Erkenntnisse zu Herkunft und Verbleib von Mikroplastik aufzeigen. So konnten als Eintragungsschwerpunkte u. a. Straßenabläufe und Mischwasserentlastungen und als Quellen z.B. Littering, Baustellen oder verarbeitende Betriebe identifiziert werden. Ebenfalls wurden viele Rückhaltungsmöglichkeiten bilanziert und bewertet. Es wurde ebenso die Umsetzung von Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von Plastikeintrag in die Umwelt diskutiert, sowie verschiedene Wege zur Steigerung der Recyclingfähigkeit und -effizienz von Kunststoffprodukten aufgezeigt und angeregt diskutiert. Ein zentraler Punkt stelle hier besonders die Einbeziehung der Verbraucher_innen dar. Ein Schwerpunkt bei politischen Regelungen und Maßnahmen solle bei den mengenmäßig relevanten Bereichen liegen und

regulatorische Lücken geschlossen werden. Die am Institut IWAR in den Projekten PLAST-RAT (FG SuR) und EmiStop (FG AW und FG AT) generierten Ergebnisse wurden in den Hauptsessions vorgestellt und im Workshop Ökobilanzierung erste Bilanzierungsansätze aus dem Projekt EmiStop zur Diskussion gestellt. Alle Konferenzbeiträge und der Tagungsband stehen auf der Homepage [BMBF-Plastik](http://www.bmbf-plastik.de) zur Verfügung.



Virtueller Tagungsraum der BMBF-Abschlusskonferenz: Plastik in der Umwelt. (Bild: www.bmbf-plastik.de)

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

Neuer Promotionsstipendiat: Förderung der Deutsch-Chinesischen Kooperation

Seit dem 01.12.2021 ist Tong Li, M.Eng Stipendiat am Fachgebiet Abwassertechnik und promoviert im Bereich Membrantechnik zur Spurenstoffelimination. Er hat Chemische Technologie (B.Eng.) an der Tianjin Universität (China) und Chemieingenieurwesen (M.Eng.) am Shanghai Advanced Research Institute der Chinesischen Akademie der Wissenschaften studiert und sich dabei mit Elektro- und Photoumwandlung von Kohlenstoffdioxid und Methan zur Kraftstoffen beschäftigt. Bevor er ein Stipendium des China Scholarship Council für seine Forschung am IWAR bekam, arbeitete Herr Li als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Shanghai Advanced Research Institute (Chinesische Akademie der Wissenschaften) und forschte im Bereich Carbon Capture and Conversion.



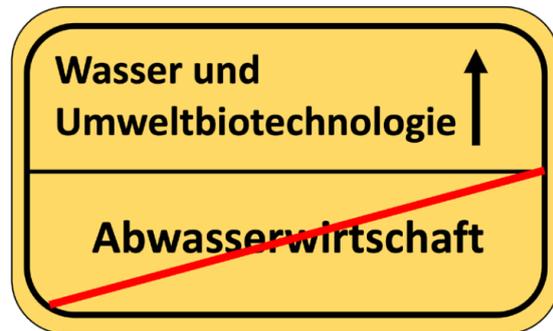
Promotionsstipendiat Tong Li
(Bild: Tong Li)

In den kommenden Jahren wird Herr Li aktiv die Deutsch-Chinesische Kooperation zwischen der TU Darmstadt und dem Shanghai Advanced Research Institute (Prof. Wei) stärken.

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

Umbenennung des Fachgebiets

Das ehemalige Fachgebiet Abwasserwirtschaft unter der Leitung von Frau Prof. Dr. Susanne Lackner bekommt einen neuen Namen und heißt ab nun Wasser und Umweltbiotechnologie, oder kurz WUB. Wir freuen uns über unseren neuen Namen und die neuen Herausforderungen, die uns in Zukunft erwarten werden.



(Bild: Laura Orschler)

Zur Feier des neuen Namens wurde Ende September ein gemeinsames Abendessen im Fachgebiet abgehalten mit japanischen Köstlichkeiten. Natürlich wurde darauf geachtet alle Hygieneregeln einzuhalten.

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie in den Medien

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie hat seit Beginn des Jahres 2021 durch die Projekte im Rahmen Sars-CoV 2 Abwassermonitoring einiges an medialem Interesse erhalten:

Deutsche Welle: Corona-Spezial vom 18.03.2021

<https://p.dw.com/p/3qoR7>

ZDF-heute Nachrichten um 19.00 am 09.02.2021:

<https://www.zdf.de/nachrichten/heute-sendungen/210209-heute-sendung-12-uhr-100.html>

ZDF tivi logo am 06.05.2021:

<https://www.zdf.de/kinder/logo/corona-abwasserkontrolle-magdalena-100.html>

ARD-Mittagsmagazin am 07.04.2021:

<https://www.ardmediathek.de/video/mittagsmagazin/corona-forschung-ausgebremst/das-erste/Y3JpZDovL2Rhc2Vyc3RlLm-RlL2FyZC1taXR0YWdzbWFnYXppbi9iNz-BlYmI3NS03NWE1LTQ0ZWQtYjI0Yi1iZDg0MjcwN2MyNWw/>

planet-wissen vom 23.03.2021:

<https://www.planet-wissen.de/video-der-schatz-in-der-kloschuessel--wertstoffhof-toilette-100.html>

Frankfurter Allgemeine Zeitung 22.03.2021:

<https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/corona-im-abwasser-analyse-kaum-in-deutschland-genutzt-17247870.html>

Coronaviren im Abwasser – Monitoring von SARS-CoV-2 im Kanalnetz

Ist es möglich das Infektionsgeschehen der Sars-CoV-2 Pandemie über eine Beprobung und Analytik des Abwassers begleitend zu überwachen? Diese Fragestellung wurde am 09. und 10. Februar 2021 in einem vom Technologieland Hessen in Kollaboration mit der TU Darmstadt organisierten Webinar gestellt. Das Webinar bestand aus einer internationalen Science Session mit zahlreichen Vorträgen zu Lösungsansätzen entlang der Prozesskette sowie aus Vortragenden aus Wirtschaft und Industrie.

Die übereinstimmende Erkenntnis nach zwei Tagen war, dass es möglich ist über den Abwasserpfad mit Hilfe der gemessenen Gehalte an Viren-RNA das Infektionsgeschehen gut wiederzugeben. Zusätzlich können durch moderne Next Generation Sequencing Methoden Mutationen im Abwasser nachgewiesen werden. Jedoch ist ein konkreter Rückschluss auf die Zahl der infizierten Personen nicht möglich. Diese Studienergebnisse wurden auf der Konferenz von Forschungsprojekten aus Deutschland, der Schweiz, Schweden, Niederlanden und Großbritannien präsentiert. Dabei ist die Herangehensweise unterschiedlich, die niederländische Regierung verwendet die Daten aus dem Abwassermonitoring in ihrer nationalen Covid-19 Strategie als Ergänzung zu klinischen Tests. In der Schweiz werden die Daten aus dem Abwasser genutzt, um die Reproduktionszahl (R-Wert) zu berechnen. In England nutzt man die Abwasseruntersuchung sogar, um Grundschulen und weiterführende Schulen konstant zu testen und Schulschließungen zu vermeiden. In Deutschland sind wir hingegen leider noch sehr vorsichtig.

In der finalen Diskussion forderten Referenten aus Wissenschaft und Industrie ein international standardisiertes Vorgehen, der Aufwand lohne sich.

The image shows a screenshot of a webinar presentation. At the top, there are two video thumbnails: one for Shelesh Agrawal, TU Darmstadt, and one for Susanne Lackner. The main content area has a purple background with white text. The title reads: "Wastewater as an early warning system for the spread of SARS-CoV-2: the example of Frankfurt am Main, Germany". Below the title, the speakers are listed: Prof. Susanne Lackner, Dr.-Ing. Shelesh Agrawal, and Dr. rer. nat. Laura Orschler. The affiliation is given as "Institute IWAR, Chair of Wastewater Engineering TU Darmstadt". On the right side of the slide, there is a small graphic of a pizza with various toppings, and text that says "CORONAVIREN IM ABWASSER", "Monitoring von SARS-CoV-2 im Kanalnetz", and "9. - 10. Februar 2021 | Online". The IWAR logo is visible in the bottom right corner of the slide. At the bottom of the screenshot, there are standard webinar controls like a microphone icon and a chat icon.

Vortrag von Prof. Susanne Lackner und Dr.-Ing. Shelesh Agrawal im Rahmen des Webinars (Bild: Laura Orschler)

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG

Das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung wird kommissarisch von Prof. Linke geleitet, da eine Wiederbesetzung der zugehörigen Professur derzeit nicht absehbar ist. Das Fachgebiet bleibt ohne Institutsangehörigkeit solange bestehen, bis die dem Fachgebiet nach wie vor obliegenden Lehrverpflichtungen enden. Die nach den derzeit noch gültigen Studienordnungen vorgesehene Lehre wird über interne und externe Lehraufträge weiterhin gesichert. Die studentische Nachfrage nach den angebotenen Modulen ist nach wie vor hoch. So haben im letzten Sommersemester jeweils über 100 Studierende das B.Sc.-Modul „Grundlagen der räumlichen Planung“ sowie die M.Sc.-Module „Umweltplanung“ und „Infrastructure Planning“ belegt. Die Studierenden kamen hierbei aus unterschiedlichen Studiengängen wie beispielsweise dem Bauingenieurwesen, den Umweltwissenschaften, dem Verkehrswesen und dem Wirtschaftsingenieurwesen mit der technischen Fachrichtung Bauingenieurwesen. Die Module des Fachgebiets werden auch vermehrt von Erasmusstudierenden sowie Studierenden aus den Masterprogrammen Energy Science and Engineering, Traffic and Transport sowie Sustainable Urban Development belegt.

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

Clemens Rhode wird Honorarprofessor

Das Fachgebiet SuR gratuliert Prof. Dr. Ing. Clemens Rohde zu seiner Ernennung am 10. Mai 2021 zum Honorarprofessor am Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen an der TU Darmstadt. Clemens Rohde ist Leiter des Geschäftsfelds Energieeffizienz im Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme am Fraunhofer ISI. Seit vielen Jahren ist er dem Fachgebiet SuR als Lehrbeauftragter für verschiedene Module eng verbunden. Aktuell betreut er die Module „Renewable Energies, Energy Scenarios and Climate Protection“ und „Energieeffizienz“ sowie die Fachrolle Energie- und Ressourcenmanagement im Projekt-Planspiel „Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens“. Weitere Informationen zur Ernennung Clemens Rohdes und zu seiner Person finden Sie in diesem [Kurz-Interview](#).



Prof. Dr.-Ing. Clemens Rhode (Bild: Claus Völker)

Vanessa Zeller ist Athene Young Investigator

Mit ihrem Forschungskonzept zur „Carbon Circular Economy“ überzeugte Frau Dr. Sc. Vanessa Zeller vom Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (FG SuR) die externen Gutachter_innen und die Auswahlkommission des Athene Young Investigator Programms und wurde mit Wirkung zum 01. April 2021 zur Athene Young Investigator (AYI) ernannt. Das AYI Programm der TU Darmstadt fördert besonders qualifizierte Wissenschaftler_innen und unterstützt sie beim Aufbau einer Nachwuchsgruppe und der weiteren Entwicklung als eigenständige Wissenschaftler_innen. Die Ernennung gilt für



Athene Young Investigator Vanessa Zeller

(Bild: Kathrin Binner)

drei Jahre und kann nach positiver Evaluation um weitere zwei Jahre verlängert werden. Als promovierte Umweltwissenschaftlerin arbeitet Frau Zeller seit Mai 2020 als PostDoc und Leiterin der AG Nachhaltigkeit am FG SuR an der TU Darmstadt. Seit Juli 2020 ist sie Habilitandin am FB 13 und wird von Prof. Dr. rer. nat. Schebek (FG SuR) und Prof. Dr.-Ing. Linke (FG Landmanagement) betreut. In ihrer Forschung beschäftigt sich Frau Zeller mit den Umweltwirkungen von innovativen Technologien und Konzepten wie der Carbon Circular Economy. In ihrem Habilitationsvorhaben entwickelt sie eine neue Methodik zur Bewertung der Umweltwirkungen, die mit dem Einsatz von CO₂-, Rest- und Abfallströmen als Ressourcen verbunden sind. In einem ganzheitlichen Ansatz sollen Umweltaspekte wie Klimawirkung, Ressourceneffizienz und Stoffstromindikatoren wie Zirkularität gleichermaßen bewertet werden können. Weitere Informationen zu Frau Zeller finden Sie im [Portrait](#) zur Forscherin.

Prof. Liselotte Schebek ist Mitglied der Ressourcenkommission des UBA

Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek wurde als neues Mitglied der Ressourcenkommission des Umweltbundesamtes (UBA) benannt. In einer ersten Sitzung am 25. Mai 2021 hat sich die neu zusammengesetzte Kommission für die 3. Beru-fungsperiode von 2021 bis 2024 konstituiert. Die Ressourcenkommission wurde im Jahr 2013 mit dem Ziel gegründet, das UBA hinsichtlich seiner zukünftigen Strategie zur Ressourcenpolitik zu beraten.



Prof. Liselotte Schebek. (Bild: Hahn + Hartung)

Basierend auf der breiten Expertise der Kommission soll Wissen zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen generiert und gebündelt sowie konkrete Vorschläge zu

politischen Maßnahmen und Strategien entwickelt werden. Als natürliche Ressourcen werden hierbei neben Rohstoffen auch die Beanspruchung von Umweltmedien und Ökosystemen betrachtet, deren „Verbrauch“ ebenfalls zu verringern ist. Zur Mitarbeit in der Kommission wurden 18 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft vom Präsidenten des UBAs persönlich berufen. In den vergangenen Perioden erarbeitete die Ressourcenkommission u.a. Positionspapiere zur Vision einer ressourcenleichten Gesellschaft oder zu Substitutionsquoten für Sekundärrohstoffe in der Kreislaufwirtschaft. Auch in der neuen Periode werden die Themen gesellschaftlicher Handlungsansätze, Klimaschutz und Circular Economy wichtige Aspekte für die Fragestellung sein, wie eine nachhaltige Ressourcennutzung aussehen kann.

Ökobilanzwerkstatt 2021

Unter dem Motto „Ressourcen in einer Kreislaufwirtschaft mit Schwerpunkt auf Bodennutzung“ hat die 16. Ökobilanzwerkstatt (ÖBW) vom 22. bis 24. September 2021 als digitale Konferenz stattgefunden, nachdem sie im letzten Jahr aufgrund der Corona Pandemie verschoben werden musste. Unter der Schirmherrschaft des Fachgebiet SuR wurde die Veranstaltung dieses Jahr von Wood K plus und der LCA-Plattform der BOKU an der Universität für Bodenkultur Wien ausgeführt.

Die ÖBW ist eine jährlich stattfindende Konferenz, die sich an Doktorand_innen und Early Career Researcher wendet, die auf dem Gebiet der Lebenszyklusanalyse (Ökobilanz, Life Cycle Assessment) forschen oder Lebenszyklusanalysen für angewandte Fragestellungen einsetzen. Die ÖBW bietet den Nachwuchsforscher_innen die Gelegenheit, ihre aktuellen Forschungsarbeiten ausführlich zu präsentieren und zu diskutieren. In diesem Jahr wurden über 20 spannende Arbeiten aus den Themenbereichen Recycling und Reuse, Ecodesign, Nährstoffkreisläufe, Social LCA, prospektive Ökobilanzierung, Bioökonomie und innovative Technologien vorgestellt. Das Fachgebiet SuR war durch Diego Mauricio Olaya Pinto und Zoe Chunyu Miao mit zwei Beiträgen zur Modellierung von Substitutionsmechanismen und der Modellierung der Reverse Electrodialysis- Technologie vertreten. Mit einer Keynote zur Modellierung von Nährstoffkreisläufen und zur Charakterisierung von Bioraffinerien und einem Einführungsvortrag zur Geschichte der ÖBW setzten Frau Dr. Cécile Bessou (CIRAD), Herr Johannes Lindorfer (Johannes-Kepler-Universität Linz) und Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek Impulse für die anschließenden Diskussionen. Dank der originellen Aktionen der Veranstalter Wood K Plus hat die Veranstaltung auch im digitalen Format zur Netzbildung und zum persönlichen Erfahrungsaustausch beigetragen.

Weitere Informationen finden sich auf der Homepage der Ökobilanzwerkstatt.

Die nächste Ökobilanzwerkstatt findet nächstes Jahr als Back-to-back Veranstaltung zum SETAC Europe 25th LCA Symposium in Darmstadt statt.

Alessio Campitelli erhält den Athene-Hauptpreis für gute Lehre

Die Mitarbeiter_innen des Fachgebiets SuR und des Instituts IWAR gratulieren ihrem Kollegen, dem Wissenschaftlichen Mitarbeiter Alessio Campitelli herzlich zu der besonderen Auszeichnung durch den Athene-Hauptpreis für sein außergewöhnliches Engagement bei der Betreuung und der kontinuierlichen Verbesserung der Lehre an der TU Darmstadt. Darüber hinaus erhält Alessio Campitelli den Hauptpreis des jährlich von der Carlo und Karin-

Giersch-Stiftung an der TU Darmstadt ausgelobten Lehrpreises, welcher die besondere Bedeutung der akademischen Lehre an der TU Darmstadt würdigen soll. Die Verleihung fand am 24. November 2021 im feierlichen Rahmen zum Abschluss des „Tags der Lehre“ als eine Hybride Veranstaltung mit Livestream Übertragung statt. In einem [Artikel](#) der TU Darmstadt zur Athene-Preis-Vergabe finden Sie weitere Informationen und Impressionen zur Veranstaltung, ein Interview mit dem Preisträger Alessio Campitelli sowie Zugang zum Videomitschnitt der Veranstaltung.



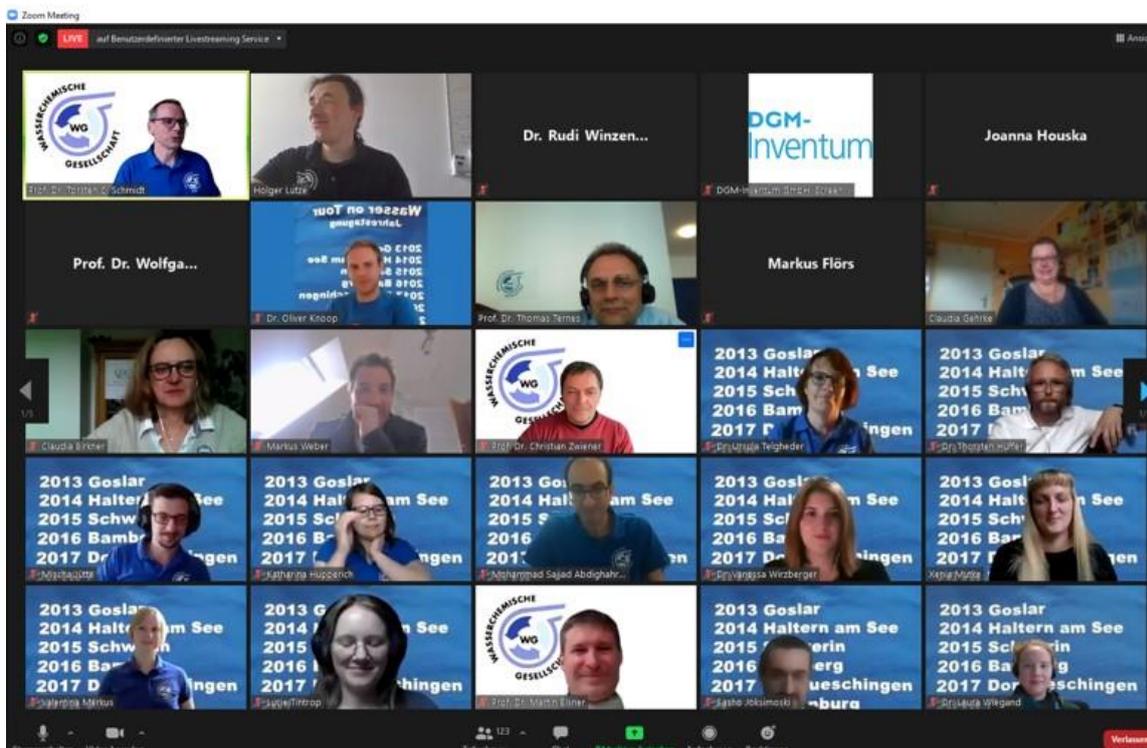
**Alessio Campitelli erhält den Athene-Hauptpreis von TU Präsidentin Prof. Dr. Tanja Brühl.
(Bild: Gregor Rynkowski)**

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE

Teilnahme an der online Jahrestagung der wasserchemischen Gesellschaft „Wasser“

Die WiMis Cheolyong Kim, Ph.D., Sajjad Abdighahroudi, M.Sc. und Mischa Jütte, M.Sc. haben dieses Jahr mit einem Vortrag und zwei Posterbeiträgen an der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft „Wasser 2021“ ihre wissenschaftlichen Aktivitäten vorgestellt.

Die Jahresversammlung der Wasserchemischen Gesellschaft gehört zu den wichtigsten nationalen Konferenzen für Chemiker, Ingenieure, Mikrobiologen und andere Expertengruppen des Wasserfaches. Zum ersten Mal in der 95-jährigen Geschichte der Wasserchemischen Gesellschaft wurde diese Tagung virtuell durchgeführt. Dennoch blieb der „Wasser-Spirit“, Kolleg_innen und Freund_innen aus dem Wasserfach zu treffen und ein breites Forum für junge Nachwuchswissenschaftler_innen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zu bieten, vollumfänglich erhalten.



Abschließende Worte des Vorsitzenden der Wasserchemischen Gesellschaft zur virtuellen Wasser 2021
(Bild: Wasserchemische Gesellschaft, M. Jütte)

Der DVGW zeichnet Mischa Jütte, Mitarbeiter des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe, mit dem DVGW Studienpreis des Wasserfachs aus

M.Sc. Mischa Jütte aus dem Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe an der TU Darmstadt wurde für seine Masterarbeit mit dem [DVGW Studienpreis im Fach Wasser](#) ausgezeichnet, die er an der Universität- Duisburg Essen angefertigt hat (Institut Instrumentelle Analytische Chemie). Der DVGW verleiht den Studienpreis seit über 30 Jahren an herausragende Abschlussarbeiten im Themenbereich Gas und Wasser. Die Preisverleihung wurde dieses Jahr per [Video](#) aufgezeichnet und auf der [gat|wat 2021](#) in Köln offiziell verkündet.

In seiner Abschlussarbeit befasste sich Mischa Jütte, M.Sc. mit den Grundlagen der Reaktion von Chlordioxid mit organischen Verbindungen und leistete damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Prozessverständnisses der oxidativen Wasseraufbereitung. Dabei zeigte er sehr eindrücklich, dass die Reaktionen von Chlordioxid mit organischen Verbindungen weit komplexer sind als bisher angenommen. Er konnte zeigen, dass der Abbau von Mikroschadstoffen mit Chlordioxid in Oberflächenwasser unter Verwendung repräsentativer Modellverbindungen mit einer guten Genauigkeit vorhergesagt werden kann. Insgesamt ist seine Arbeit sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis der Wasseraufbereitung von großem Wert.

Aktuell ist Mischa Jütte Promotionsstudent im [Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe](#) (IWAR, TU Darmstadt) und arbeitet weiterhin an der Thematik der oxidativen Wasseraufbereitung.



Mischa Jütte (rechts) wird der DVGW Studienpreis im Wasserfach durch Dr.-Ing Dirk Waider, Vizepräsident Wasser des DVGW überreicht (Bild: © DVGW/BILDSCHÖN)

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ

Festakt der Philipp Schwartz-Initiative

Mit der [Philipp Schwartz-Initiative](#) vergibt die Alexander von Humboldt-Stiftung seit 2016 Fördermittel an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland, die gefährdete Forschende für zwei Jahre aufnehmen. Ergänzt wird die finanzielle Förderung durch die Bereitstellung einer Plattform zur Vernetzung von gastgebenden Einrichtungen, gefährdeten Forschenden und anderen Organisationen, die in diesem Bereich tätig sind. Einen Schwerpunkt bildet das jährlich stattfindende Philipp Schwartz-Forum.

Im April diesen Jahres feierte die Philipp Schwartz-Initiative ihr fünfjähriges Bestehen. Aus diesem Anlass wurde ein Buch herausgegeben, das einige der Aktivitäten und Leistungen dieser Initiative in den letzten Jahren dokumentiert. Herr Prof. Dr.-Ing. Hussain Al-Towaie war einer der Beteiligten dieser Veröffentlichung, zu der er den Artikel „Ich bringe meine internationale Perspektive ein“ beisteuerte. Aus diesem Anlass fanden auch mehrere Seminare und Vorträge statt. Herr Al-Towaie nahm daran teil, indem er am 26. April 2021 einen Online-Vortrag mit dem Titel „4 Years in Germany - Navigating within Academia and Beyond“ hielt.

StartUp PipePredict GmbH beendet durch Prof. Urban unterstützte BMWi-Förderung und beantragt BMBF Digital GreenTech Langprojekt gemeinsam mit dem Institut

IWAR

Nach einer erfolgreichen Verlängerung des eXist-Förderzeitraums durch das BMWi konnte die PipePredict GmbH sich als [Finalist im Achema Gründerpreis](#) positionieren. Der finale Vortrag fand im Rahmen der Onlinemesse Achema Pulse am 15. Juni 2021 statt. Neben dem Achema Gründerpreis wurde die PipePredict GmbH von den Veranstalter_innen der E-World Messe unterstützt. Dazu wurde ein [Artikel im Fachmagazin E-World Magazin Ausgabe 4](#) im Mai dieses Jahrs publiziert, unter welchem weitere Informationen zur Technologie verfügbar sind.

Durch Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban wurde zu Beginn des Jahres ein Austausch des StartUps mit Sewerin initiiert. Die interessanten Gespräche führten zu einer Partnerschaft und dem Test von Geräten der Firma Sewerin, welche aktuell auf die Eignung zur Auswertung durch PipePredict getestet werden.

Nach erfolgreichem Abschluss des eXist-Förderzeitraums zieht die PipePredict GmbH nun erstmals in ihr eigenes Büro. Für persönliche Besuche ist sie nun im HUB31 in der Hilpertstraße 31, 64295 Darmstadt anzutreffen und freut sich über jeden Besuch. Doch der Auszug bedeutet nicht das Ende der Kooperation mit dem Institut IWAR: Gemeinsam wurde ein Antrag zur Umsetzung des BMBF Digital GreenTech Projekts „SmarteWassernetze“ eingereicht. Darin sollen Leckagen in Wassernetzen frühzeitig lokalisiert und anschließend erforscht werden, ob eine Wachstumsprognose bis hin zum Rohrbruch für unterschiedliche Materialien berechnet werden kann.

aqua_M Award der Mainzer Netze

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban und Prof. Christoph Treskatis sind von Herrn Dipl.Ing. Mithun Basu, MBA, Kaufmännischer Geschäftsführer Mainzer Netze GmbH, in die Jury zur Auslobung eines Forschungspreises zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses berufen worden und sind diesem Ruf auch sehr gerne gefolgt.

Der [aqua_M Award](#) wird 2022 erstmals ausgelobt. Er ist mit einem Preisgeld von 7.000 € dotiert und steht für erstklassige Abschlussarbeiten zum diesjährigen Thema „Extreme Wetter“ und „Virtuelles Wasser“ für Teilnehmer aller wissenschaftlichen Ausbildungsebenen deutschlandweit und darüber hinaus bereit. Er soll künftig jährlich vergeben werden und wir hoffen alle auf eine quantitativ und qualitativ hochwertige Teilnahme der Studierenden.

DVGW-Dozentenarbeitskreis Wasser

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban leitete gemeinsam mit Prof. Stefan Wilhelm (Hochschule Trier) am 19. November 2021 die diesjährige gemeinsame Sitzung der AKE „Professoren für Wasserversorgung an Hochschulen“ und „Professoren und Hochschullehrer für Wasserversorgung an Universitäten, kurz AKDozWasser. Die Sitzung fand unter Teilnahme von insgesamt 17 Personen digital statt und wurde mit einer Präsentation von Dr. Wolf Merkel, DVGW Vorstand Wasser, zum „Zukunftsprogramm Wasser“ mit Perspektiven von 2030 über 2050 bis 2100 eröffnet und angeregt diskutiert. Darüber hinaus stellte er die große Bedeutung des Zugangs zum DVGW Online-Regelwerk für Lehrende und vor allem für Studierende der einschlägigen Fachdisziplinen im Gas- und Wasserfach hervor. Gleichmaßen garantierte er auch für die Zukunft den kostenfreien Zugang zur jährlich stattfindenden „Wasserfachlichen Aussprachetagung“ für Teilnehmer_innen des Arbeitskreises. Herr Urban dankte ihm dafür und wies auf das auch künftig hoch zu haltende „Motivationspotenzial“ für die aktive, ehrenamtliche Beteiligung im Arbeitskreis hin.

Das große Engagement der Mitglieder_innen im Arbeitskreis zeigte sich diesmal ganz besonders durch die Akquirierung von sechs neuen Mitglieder_innen, wovon 5 aktiv an der Sitzung teilnahmen und sich auch intensiv an der Diskussion beteiligten.

Weitere ausführlich präsentierte und diskutierte Themen waren u.a. die Leistungen des DVGW zur Nachwuchsförderung im Verein. Hierzu wurde auf die hohe Bedeutung der deutschlandweit aktuell 19 aktiven Hochschulgruppen für die frühe Motivation und Einbindung engagierter Studierender für den Nachwuchs hingewiesen. Gleiches gilt für die Berufseinsteiger, die im „Young Professionals“ Programm ein Jahr lang einen Mentor aus der Praxis zur Beratung und Hilfestellung bereitgestellt bekommen.

Der DVGW-Studienpreis 2021 ging diesmal an zwei von Prof. Dr. Holger Lutze und Prof. Dr. Wilhelm Urban betreute Masteranden, Herrn Mischa Jütte und Herrn Silvan Großklaus, welches ohne Zweifel eine einmalige und deshalb besonders erwähnenswerte Auswahl darstellt.

DVGW-Studienpreis Wasser

Silvan Großklaus wurde am 7. Oktober 2021 für seine herausragende Abschlussarbeit mit dem DVGW-Studienpreis Wasser ausgezeichnet. Die Verleihung fand im kleinen Kreis beim Hauptsitz des DVGW in Bonn statt und wurde als Video aufgezeichnet. Die Urkundenüberreichung erfolgte durch den DVGW-Vizepräsidenten Wasser Dr. Dirk Waider. Üblicherweise findet die Verleihung im Rahmen der *gat | wat* in Köln statt; in diesem Jahr wurde jedoch erstmalig das Verleihungsvideo pandemiebedingt auf der Messe am 24. und 25. November 2021 ausgestrahlt.



Dr. Dirk Waider (Vizepräsident DVGW Wasser) und Silvan Großklaus (v.l.n.r.) bei der Preisübergabe.

(Quelle: DVGW/BILDSCHÖN)

Silvan Großklaus studierte bis Mitte 2019 Umweltingenieurwissenschaften an der Technischen Universität Darmstadt. Seine Masterarbeit schrieb er am Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz unter der Betreuung von Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban und Herrn M.Sc. Frederik Kip sowie in Kooperation mit dem IWW Zentrum Wasser in Biebesheim.

Seine Abschlussarbeit trägt den Titel *„Entwicklung eines Analysewerkzeugs zur Bewertung von Prozessen im Technischen Anlagenmanagement (Asset Management) von Wasserverteilungssystemen“*. Hierbei fokussierte er sich auf die Untersuchung des Etablierungsgrades des Technischen Anlagenmanagements innerhalb der Wasserversorgungsbranche. Der daraus abgeleitete Best-Practice der Branche und der anschließende Abgleich mit den einschlägigen technischen Regelwerken wurde in Prozesse überführt, die die praxistauglichen Verfahrensweisen der Wasserwirtschaft abbilden. Darauf aufbauend hat er das Analysewerkzeug „ReTAM“ entwickelt, mit dessen Hilfe die zuvor definierten Prozesse eines Wasserversorgungsunternehmens detailliert bewertet und mit dem Best-Practice abgeglichen werden können. Die Praktikabilität von ReTAM wurde durch die Zusammenarbeit mit zwei Versorgungsunternehmen nachgewiesen. Als Praxispartner haben Dr. Hans-Christian Sorge, Abteilungsleiter Netze bei der ENGERIED und Marco Diekmann, Fachbereichsleiter Betriebstechnik bei der ENTEGA AG, die Arbeit gewinnbringend begleitet. Das entwickelte Analysewerkzeug ist heute in einer weiterentwickelten Form beim IWW in Nutzung.

Herr Großklaus ist der Branche erhalten geblieben und ist seit April 2020 bei dem Fernwasserversorger Hessenwasser GmbH & Co. KG als Ingenieur tätig. Aktuell projiziert und plant er den redundanten Neubau der bestehenden Riedleitung aus den 1960er Jahren, um vorausschauend eine langfristige Trinkwasserversorgung des Rhein-Main-Gebiets gewährleisten zu können. Näheres zum Projekt finden Sie auf der [Hessenwasser-Webseite](#).

2 Forschungstätigkeiten am Institut IWAR

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

Insgesamt drei fachgebietsübergreifende und 45 fachgebietsbezogene Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden im Berichtsjahr 2021 am Institut IWAR betreut.

Die Förderung der Forschungsprojekte erfolgte durch das European Union LIFE programme, den Europäischen Fond für regionale Entwicklung, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), der Förderinitiative für interdisziplinäre Forschung, das Hessische Ministerium für Bildung und Kunst (HMWK), das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVK), der Willy-Hager-Stiftung, die Fritz und Margot Faudi-Stiftung, die Alfred-Kärcher Stiftung, die Gerda-Henkel-Stiftung, die TU Darmstadt, die DBU, den DAAD, DFG, RMU und ZIM. Weiterhin wurden Projekte bearbeitet, die von der Industrie 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 drei Forschungsprojekte, welche nachfolgend kurz beschrieben und im weiteren Verlauf näher dargestellt werden:

- **Identifikation von industriellen Plastik-Emissionen mittels innovativer Nachweisverfahren und Technologieentwicklung zur Verhinderung des Umwelteintrags über den Abwasserpfad (EmiStop)**

Das Verbundprojekt EmiStop wird im Zuge des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ gefördert. Es sollen die Plastikemission durch Industrieabwässer in die Umwelt entlang der Wertschöpfungskette von Kunststoffprodukten identifiziert und Lösungsansätze erarbeitet werden. Die Fachgebiete Wasser und Umweltbiotechnologie und Abwassertechnik bearbeiten das Projekt gemeinsam.

- **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.

- **Verhalten von Corona-RNA nach verschiedenen oxidativen Behandlungsstufen**

Das fachgebietsübergreifende Forschungsprojekt ist eine FORIN/FOREX geförderte Zusammenarbeit der Fachgebiete Umweltanalytik und Schadstoffe und Wasser und Umweltbiotechnologie. Ziel dieses Projektes ist die Untersuchung des Verhaltens des genetischen Materials der Corona Viren nach oxidativen Behandlungsschritten. Diese Erkenntnisse sind von großer Bedeutung für eine optimierte Trink-/ und Abwasserdesinfektion.

2.1.1 EmiStop

Identifikation von industriellen Plastik-Emissionen mittels innovativer Nachweisverfahren und Technologieentwicklung zur Verhinderung des Umwelteintrags über den Abwasserpfad

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderzeitraum:

01.01.2018 – 30.06.2021

Die allgemeine Verschmutzung der Umwelt durch Kunststoffe gerät immer stärker in den Fokus der Öffentlichkeit. Plastik ist mittlerweile ubiquitär, auch in limnischen und marinen Ökosystemen. Die Mengen, Eintragspfade und Abbaumechanismen sind kaum bekannt. Deshalb beschäftigen sich immer mehr Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Aspekten von Kunststoffen in der Umwelt.

Im Zuge des BMBF Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ startete Anfang des Jahres 2018 das Verbundprojekt „EmiStop“ mit einer Laufzeit von drei Jahren. In diesem soll die Plastikemission durch Industrieabwässer in die Umwelt entlang der Wertschöpfungskette von Kunststoffprodukten identifiziert und Lösungsansätze erarbeitet werden.

Die Fachgebiete Wasser und Umweltbiotechnologie und Abwassertechnik arbeiten zusammen mit vier weiteren Projektpartnern an Analyseverfahren und Technologieentwicklungen zur Verhinderung des Umwelteintrages über den Abwasserpfad. Mittels Dynamischer Differenzkalorimetrie und Raman-Mikrospektroskopie sollen die Kunststofffrachten qualifiziert und quantifiziert werden. Korrelationen zwischen Kunststoffen und wasserchemischen Routineanalysen werden untersucht und Bilan-

zierungen mittels Tracer-Tests durchgeführt. Durch Bilanzierungen bei kooperierenden Industriebetrieben werden Emittenten identifiziert und bestehende Technologien und Konzepte zum Partikelrückhalt bewertet. Methoden zur Partikelabtrennung (z.B. Flockung) werden zur Abtrennung von Mikroplastik optimiert. Sozioökonomische Aspekte werden im Rahmen einer Multikriterienanalyse betrachtet und die Öffentlichkeit im Zuge von Delphi-Befragungen mit einbezogen.

Links zu Projektergebnissen:

[Projekthomepage](#)

[Handlungsempfehlungen Industrie](#)

[Abschlussbericht](#)



Fachgebiet Abwassertechnik

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

Luisa Barkmann, M.Eng.

Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dipl.-Ing. Hajo Bitter

2.1.2 RePhoRM

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderzeitraum:

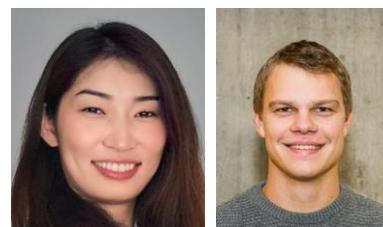
Phase 1: 01.07.2020 – 31.05.2023

Aufbauend auf die sechsmonatige Konzeptphase erfolgt seit Mitte 2020 die Umsetzungsphase. Diese ist mit einer Gesamtlaufrzeit von fünf Jahren in zwei Phasen geplant.

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 Klärschlammmasche. 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 Klärschlamm- sowie Klärschlammmascheströme der beteiligten Betreiber qualitativ sowie quantitativ erfasst. Die gewonnenen Ergebnisse bilden die Eingangsgrößen für die Auslegung des Verfahrens zur P-Rückgewinnung. 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 ökobilanzielle 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 InfraserV 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.

2.1.3 Corona-RNA

Verhalten von Corona-RNA nach verschiedenen oxidativen Behandlungsstufen

Fördergeber:

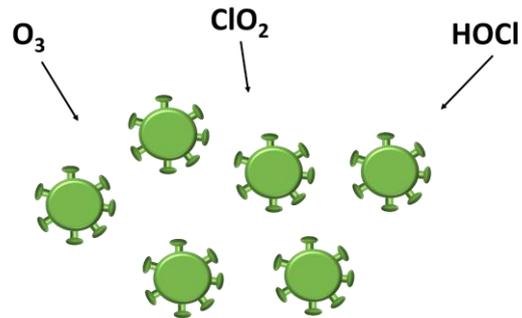
FORIN/FOREX

Förderzeitraum:

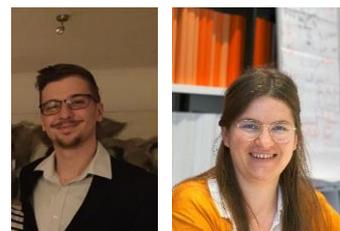
01.01.2021 – 30.06.2021

Die steigenden Corona Neuinfektionen führen auch zu einem Anstieg nachgewiesener Corona RNA in kommunalen Kläranlagen. Es nicht abschließend geklärt ob und inwiefern dieses genetische Material negative oder gar infektiöse Eigenschaften hat. Aus diesem Grund ist eine vollständige Entfernung während der Abwasserbehandlung notwendig.

Die Fachgebiete Umweltanalytik und Schadstoffe und Abwasserwirtschaft untersuchen in Zusammenarbeit den Abbau dieser RNA während der oxidativen Abwasserbehandlung. Dabei werden hauptsächlich die Oxidationsmittel Ozon und Chlordioxid untersucht. Erste Ergebnisse haben gezeigt, dass eine direkte Verbindung zwischen der zugegebenen Dosis und der abgebauten RNA hergestellt werden kann. Es sind allerdings noch weitere Experimente notwendig, um genauere Aussagen über die mechanistischen Aspekte des Abbaus zu treffen.



Verschiedene chemische Oxidationsmittel können dafür genutzt werden, um das genetische Material der Corona Viren abzubauen. (Bild: Mischa Jütte)



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

Mischa Jütte, M. Sc.

Fachgebiet Wasser und Biotechnologie

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr. rer. nat. Laura Orschler

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

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



2.2.2 Laufende Forschungsprojekte

Strategien zur Überwindung leistungsmindernder und destabilisierender Effekte von Industriechemikalien auf anaerobe Granula

Fördergeber:

Willy-Hager-Stiftung, Stuttgart

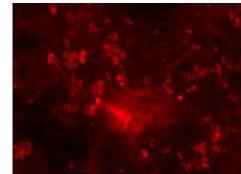
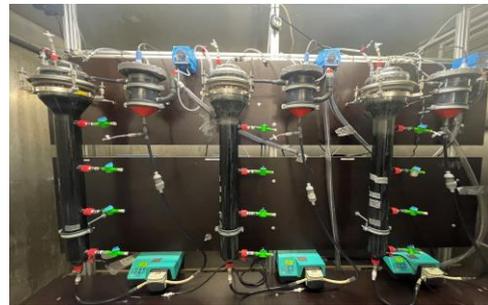
Förderzeitraum:

01.10.2018 – 31.12.2021

Im Rahmen des Forschungsprojektes sind die Auswirkungen zweier Klassen von Additiven auf die anaeroben Granula und die daraus resultierenden Folgen für den Reaktorbetrieb untersucht worden. Hierzu wurden im labortechnischen Maßstab Anaerobanlagen mesophil betrieben und unterschiedlichen Hemmstoffexpositionen ausgesetzt. Nach Identifizierung der Hemmstoffkonzentrationen und der zur Leistungsminderung führenden Mechanismen, standen die Ableitung und Entwicklung von Maßnahmen zur Sicherung der Betriebsstabilität sowie Optimierung im Fokus des Forschungsvorhabens. Die Leistungsfähigkeit anaerober Schlammbedreaktoren sowie deren Betriebsstabilität sind in starkem Maße von der Aktivität der anaeroben Biozönose bzw. vom Zustand der anaerob granulierten Biomasse abhängig. Bereits geringfügige Veränderungen der Substratzusammensetzung können sich nachteilig auf den Prozess auswirken sowie Struktur, Eigenschaft und Zusammensetzung der anaeroben Granula signifikant beeinträchtigen, wodurch der Zerfall der Schlammpellets hervorgerufen werden kann.

Unter (dis)kontinuierlicher Zugabe der Hemmstoffe konnten im Rahmen der Untersuchung unterschiedliche Expositionsstrategien und die daraus resultierenden Betriebsstörungen identifiziert werden.

Aufgrund der (bio)akkumulierenden Eigenschaft von BAC führte eine diskontinuierliche Exposition über eine längere Versuchsphase zu vergleichbaren Leistungsminderungen wie in vorherigen Versuchsphasen unter kontinuierlicher Exposition. Eine kritische biomassenspezifische BAC-Fracht konnte unabhängig von der Art der Exposition ermittelt und validiert werden. Die Ausarbeitung von Betriebsstrategien zur Sicherung der Betriebsstabilität unter kontinuierlicher Hemmstoffexposition ist mittels Vorversuchen abgeschlossen und konnte erfolgreich auf die Versuchsreaktoren übertragen werden.



Kontaktpersonen

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Sinem Kale, M.Sc.

WOBeS

Weitergehende Optimierung von Belüftungssystemen - Untersuchung zur Effizienzsteigerung feinblasiger Druckbelüftungselemente durch angepasste Verfahrens- und Betriebsführung

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderzeitraum:

01.07.2017 – 30.09.2021

Die mobile Container-Versuchsanlage für Abluftmessungen in Belebungsbecken ist im August 2021 umgezogen. Diese stand auf dem Betriebsgelände des Eigenbetriebs Stadtentwässerung Mannheim und hat ihren neuen Standort auf dem Betriebsgelände des Zentralklärwerts Darmstadt in der Gräfenhäuser Straße. Die Versuchsanlage soll über einen Zeitraum von acht Monaten betrieben werden, um neben Tagesschwankungen im Sauerstoffübergang auch saisonale Schwankungen zu erfassen. Die Messungen am Umlaufbecken im Zentralklärwerk ergänzen die bisherigen Messungen an der einstufigen Belebungsanlage in Mannheim und dem zweistufigen System in Frankfurt. Die Betriebsweise des Umlaufbeckens unterscheidet sich von den bisher untersuchten Belebungsbecken durch die niedrige Schlammbelastung und ein hohes Schlammalter. Mit den kontinuierlichen Abluftmessungen soll geprüft werden, ob dadurch ein besserer Sauerstoffübergang möglich ist.

Die Ergebnisse des Betriebs der Belüftungs-Versuchsanlage in Frankfurt wurden im Juli 2021 unter dem Titel „Oxygen Transfer in Two-Stage Activated Sludge



Wastewater Treatment Plants“ im Open Access Journal [water](#) veröffentlicht und stehen kostenfrei zur Verfügung.



Am Fachgebiet Fernerkundung und Bildanalyse wurden Drohnen gemietet, um mit einem verbesserten Kamerasystem eine Aufnahme der Blasenoberfläche von Belebungsbecken zu ermöglichen. Die zeitlich synchrone Aufnahme von Bildmaterial zur späteren Bildung eines 3D-Modells konnte mit neuen Kameras gewährleistet werden. Bei den Drohnenflügen ist zusätzlich auf eine hohe Präzision bei der Flugsteuerung und Bildaufnahme zu achten, um die korrekte Ausrichtung der Drohnen zueinander und der montierten Kameras auf das Belebungsbecken zu gewährleisten.



Kontaktpersonen
 Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner
 Maximilian Schwarz, M.Sc.

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 Thermo-Druckhydrolyse (TDH), hydrothormaler Karbonisierung (HTC) und anaerobe Stabilisierung wird durch Untersuchungen zu Prozesswasserbehandlung, Sauerstoffeintrag und Reststoffverwertung ergänzt. Hieraus soll ein integriertes Konzept zum Management anfallender Reststoffe entwickelt und qualifiziert werden. Die Corona-Pandemie verzögerte die Projektabläufe und die Durchführung der Forschungsaktivitäten deutlich, weshalb die Projektlaufzeit bis zum 31.12.2022 verlängert wurde. Im Sommer 2021 wurde die von Projektpartner Aqseptence in Hangzhou generalüberholte Anlage auf das Versuchsfeld in Darmstadt-Eberstadt angeliefert. Kurz darauf traf die Pilotanlage zur Behandlung der Prozesswässer aus der thermischen Klärschlammbehandlung in Darmstadt-Eberstadt ein. Diese wurde gemeinsam mit Projektpartner HST Systemtechnik geplant, gefertigt und programmiert. Erste Ergebnisse wurden mit Prozesswasser aus der Thermo-Druckhydrolyse von einer großtechnischen Kläranlage erzielt. Es zeigte sich, dass die biologische Abbaubarkeit des DOC erwartungsgemäß etwa 15-20 % beträgt. Eine weitere Elimination des

DOC konnte über eine nachgeschaltete Oxidationsstufe mittels Diamantelektrode erzielt werden. Neben der Oxidation von organischen Verbindungen wurde zusätzlich Ammonium zu elementarem Stickstoff oxidiert.

In den kommenden Versuchsreihen soll das Prozesswasser aus der hydrothormalen Karbonisierung von Klärschlamm sowohl biologisch als auch oxidativ behandelt und eine bestmögliche Reinigungsleistung erzielt werden.

Projekthomepage:

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.

Membranfunktionalisierung zur selektiven Entfernung von Mikroverunreinigungen in der Wasserwiederverwendung

Fördergeber:

Fritz und Margot Faudi-Stiftung

Förderzeitraum:

01.01.2021 – 31.12.2024

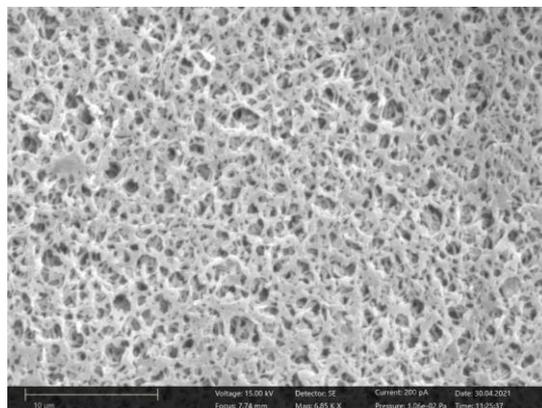
Nach dem Projektstart zu Beginn des Jahres wurde an Methoden zur Charakterisierung von Membranoberflächen gearbeitet. Dies ist notwendig, um die Oberflächenmodifikation zu beurteilen und im weiteren Projektverlauf Langzeiteffekte zu erforschen.

Erste Beschichtungen für die Layer-by-Layer Modifikationen waren bereits erfolgreich und konnten in kleinem Maßstab auf ihre Rückhalteleistung überprüft werden. Die Ergebnisse sind schon jetzt spannend, auch wenn noch weitere Versuche zur Validierung notwendig sind



Spray coating Versuche zur Membranmodifikation via Layer-by Layer

Bei der Interpretation der Daten sind Messgeräte zur Oberflächenbeschaffenheit wie das Rasterelektronenmikroskop hilfreich. Diese werden auch für Versuche zur Oberflächenmodifikation mittels Grafting und Silicafilmen eine große Hilfe sein.



REM Aufnahme einer dünn beschichteten Membran



Kontaktpersonen

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

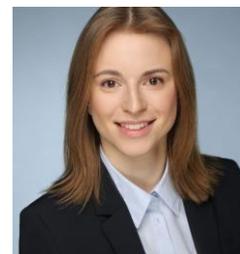
Förderzeitraum:

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 (CO₂) und Lachgas (N₂O) 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. Mit den Abmaßen, insbesondere der Höhe des biologischen Reaktors, bietet die Versuchsanlage ideale Voraussetzungen für die geplanten Versuche. Die Versuche werden auf dem Versuchsfeld in Eberstadt stattfinden.

Im Folgenden wird die Versuchsanlage modifiziert, was zum einen die Aufstockung des belüfteten Reaktors umfasst. Zum anderen wird das Prozessleitsystem mit allen Sonden und Betriebsgeräten überprüft und neu eingestellt. Die angestrebten Versuchsphasen werden im Detail geplant und notwendige Analytik und weitere Messgeräte werden beschafft. Währenddessen werden erste Vorversuche mit unterschiedlichen Aufwuchskörpern in einer Glassäule im Technikum durchgeführt.



Kontaktpersonen

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

2.2.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

- Bewertung von Matrixeffekten und Bestimmungsgrenzen zur Analyse von Mikroplastik mittels Dynamischer Differenzkalorimetrie
- Evaluierung von Zetapotentialmessungen zur Bestimmung des Partikelverhaltens von Mikroplastik in Abwasser
- Entfernung von Mikroplastik aus industriellem Abwasser unter besonderer Berücksichtigung von Membrantechnik
- Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Biokohle aus der Hydrothermalen Karbonisierung von Klärschlamm
- Optimierung des Laugungsmittelverbrauchs bei der Rücklösung von Schwermetallen aus Klärschlammaschen beim nasschemischen Phosphor-Recycling
- Separation von Schwermetallen aus einem nasschemischen Verfahren zum Phosphor-Recycling aus Klärschlammaschen

Masterarbeiten

- Identifikation und Bewertung von Mikroplastikemissionen in die Umwelt durch die Kläranlagen im Chemiepark Marl
- Membranmodifikationen zur Erhöhung der Selektivität von Nanofiltrationsmembranen in der Spurenstoffentfernung
- Reinigung von Prozesswässern aus der thermischen Klärschlammbehandlung mittels SCAS-Test und anschließender Oxidation
- Ausarbeitung eines Konzepts zur anaeroben Behandlung von industriellem Klärschlamm unter Berücksichtigung energiereicher Produktionsreststoffe
- Grafting-Membranmodifikationen zur Verbesserung von Membraneigenschaften in der Spurenstoffentfernung
- Entwicklung eines technischen Wasserrecyclingkonzepts für einen Hersteller von Getränkedosen
- Trinkwassersubstitution durch Umsetzung von Wasseraufbereitungssystemen zur Betriebswassernutzung im Bestand
- Ermittlung von Einflussgrößen auf den Betrieb von Moving Bed Biofilm Reactors (MBBR)
- Vergleich von Methoden zur Sauerstoffeintragungsmessung und deren Messunsicherheiten
- Herkunft und Verbleib von Schwermetallen im kommunalen Abwasser am Beispiel der Stadtentwässerung Frankfurt am Main
- Leistungsmindernde Effekte von Industriechemikalien auf anaerob granulierten Schlamm –Bewertung der Hemmwirkung im Langzeitbetrieb
- Quellen, Eintragswege und Verbreitung von industriellem Mikroplastik in die Umwelt.

2.2.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Barkmann, L., 15. Tagung Arbeitskreis Polymeranalytik FGK 21.01.2021, Webkonferenz
- Barkmann, L., Engelhart, M., Abschlusskonferenz: Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze, 20.-21.04.2021, Webkonferenz
- Kuhn, P., Deutsche Phosphor-Plattform (DPP), Frankfurt am Main, 09.10.2021
- Leskow, F.-H. Euromembrane Conference, Kopenhagen, 28.11-02.12.2021
- Engelhart, M., Blach, T. CLIENT Konferenz 2021, 26.-28.10., Webkonferenz
- Engelhart, M., Session-Chair bei 14. Aachener Tagung Wassertechnologie, 02.-03-11.2021, Webkonferenz, Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge
- Engelhart, M., Projektvorstellung RePhoRM, Vortrag am 2. Abwassertag der hessischen Landesgruppe des Verbandes kommunaler Unternehmen, 04.11.2021
- Engelhart, M., Leskow, F.-H., Lutze, Robert, Konferenz: Membranen zum Schutz von Klima und Ressourcen, Deutsche Gesellschaft für Membrantechnik e.V. (DGMT), 23.-24.03.2021, Webkonferenz

Veröffentlichungen:

- Bertling, J.; Bannick, C. G.; Barkmann, L.; Brinkmann, L.; U. Braun, D. Knoblauch, C. Kraas, L. Mederake, F. Nosić, B. Philipp, I. Sartorius, H. Schritt, U. Stein, K. Wencki, K. Wendt-Potthoff, J. Woidasky, Kunststoffe in der Umwelt – ein Kompendium. (2021). <https://bmbf-plastik.de/de/publikation/kunststoff-der-umwelt-ein-kompendium>
- Blach, T.; Engelhart, M. Optimizing the Hydrothermal Carbonization of Sewage Sludge—Response Surface Methodology and the Effect of Volatile Solids. *Water* **2021**, *13*, 1225. <https://doi.org/10.3390/w13091225>
- Schwarz, M.; Behnisch, J.; Trippel, J.; Engelhart, M.; Wagner, M. Oxygen Transfer in Two-Stage Activated Sludge Wastewater Treatment Plants. *Water*. *13*, 1964. (2021) <https://doi.org/10.3390/w13141964>
- Wolff, S.; Weber, F.; Kerpen, J.; Winklhofer, M.; Engelhart, M.; Barkmann, L.: Elimination of Microplastics by Downstream Sand Filters in Wastewater Treatment, *Water*. *13*(1) 13 (2021), S.20 <https://doi.org/10.3390/w13010033>

Konferenzbeiträge:

- Barkmann, L.; Engelhart, M.: Microplastic-Footprint: Vergleich von Schätzungen und Messdaten. (2021) QST5a Workshop, digitale Abschlusskonferenz Plastik in der Umwelt.
- Barkmann, L.: Microplastic load on sealed surfaces – a methodical approach. (2021) Webkonferenz Microplastics in Soils and Plants. iTN+IOT.
- Barkmann, L.: Vergleichbarkeit von Massen- und Anzahlanalytik. (2021) 9. PlastikNet-Webinar: Mikroplastik in Kläranlagen: Messung, Ergebnisse, Einordnung.
- Lutze, R.: Einflussgrößen auf den kritischen Flux eines AnMBR zur Schlammbehandlung. (2021) Webkonferenz des DGMT: Membranen zum Schutz von Klima und Ressourcen.

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 CombOsCarb - Leistungsfähigkeit der Verfahrenskombination von Ozonung und granulierter Aktivkohle für die Ent- fernung von organischen Spurenstoffen mittels OZONFLIT® und CONTIFLOW® GAK

Fördergeber:

Huber SE und ProMinent GmbH

Förderzeitraum:

01.07.2020 – 31.05.2021

Der Ablauf von Kläranlagen führt neben diffusen Quellen, wie Einträge durch die Landwirtschaft, Verkehrsflächen und Siedlungsgebiete, zu einer hohen Belastung des aquatischen Systems mit organischen Spurenstoffen anthropogenen Ursprungs. Mit dem Hintergrund, diese Einträge durch Kläranlagen zu reduzieren, beschäftigt sich die aktuelle Forschung rund um die 4. Reinigungsstufe.

Seit Oktober 2019 bis April 2021 wurde in Zusammenarbeit mit Huber SE und ProMinent eine Versuchsanlage auf der Kläranlage in Bickenbach des Abwasserverbands Bickenbach/Seeheim-Jugenheim durch das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie betreut. Die Anlage bestand aus zwei parallel betriebenen kontinuierlichen Aktivkohlefiltern, wobei dem einen Aktivkohlefilter eine Ozonanlage vorgeschaltet

war.



Dieser Aufbau erlaubte einen Vergleich der alleinigen Aktivkohlefiltration mit der Kombination einer Vorozonung und einer anschließenden Aktivkohlefiltration in Bezug auf die Entfernung ausgewählter Spurenstoffe und weiterer Abwasserparameter. Die Vorozonung erfolgte mittels einem Statikdrallmischersystem, wobei statische Mischer zu einem intensiven Eintrag des Ozons in das Abwasser geführt haben. Im weiteren Projektablauf erfolgte der Aufbau eines Schlaufenreaktors, der mittels Diffusoren zum Eintrag des Ozons in das Abwasser beitrug. Der Vorteil des Statikdrallmischersystems könnte in dem deutlich reduzierten Bauvolumen, einer hohen Flexibilität und einer besseren Wartungsmöglichkeit im Vergleich zu den bisher üblich eingesetzten Schlaufenreaktoren aus Beton und des Eintrags über Diffusoren liegen. Der quasi parallele Betrieb dieser beiden Systeme ermöglichte einen Vergleich der Effizienz der verschiedenen Eintragsysteme in Bezug auf die Entfernung von ausgewählten Spurenstoffen und der Bromatbildung. In Bezug auf die Aktivkohlefiltration erfolgte eine Optimierung der Umwälzung der granulierten Aktivkohle, sodass die Kohle optimal gereinigt wurde, der Abrieb der Aktivkohle und Austrag von partikulären Stoffen in den Ablauf des Filters jedoch minimiert wurde. Weiterhin wurde der Aktivkohleschlupf mittels thermogravimetrischer Analyse quantifiziert.



Kontaktpersonen

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

Red-CO₂-PNA: Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der kommunalen Abwasserreinigung – Vergleich verschiedener Verfahren zur Deammonifikation

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

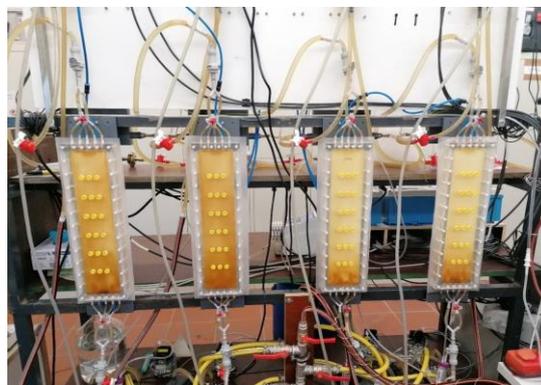
Förderzeitraum:

01.07.2021 - 30.06.2024

Im Rahmen der Deutsch-Israelischen Wassertechnologiekoooperation startete am 01.07.2021 das Projekt „Red-CO₂-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 CO₂ 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 hoch-

belasteten 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
Philipp Bunse, M.Sc.

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

Fördergeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst (HMWK)

Förderzeitraum:

01.08.2021 - 31.03.2022

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 gro-

ßen 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

Dr. rer. nat. Laura Orschler

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 Fahrzeuganhänger 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 Probennahme, 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

Dr. rer. nat. Laura Orschler

RAaaO – Reduktion von Antibiotikaresistenzen mittels akustisch aktivierter Ozonierung

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.05.2020 – 30.04.2022

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 Durchflusssytometer betrachtet und die Antibiotikaresistenzgene mittels PCR detektiert werden.



Anschließend sollen weitere Untersuchungen in der Pilotanlage mit Proben aus dem Kläranlagen-Ablauf unternommen 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 – 31.03.2022

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 (PAC/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 Antibiotikaresistenzgenen in der Pilotanlage zu beobachten sind.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner
Dr.-Ing. Shelesh Agrawal
Seeram Apoorva

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

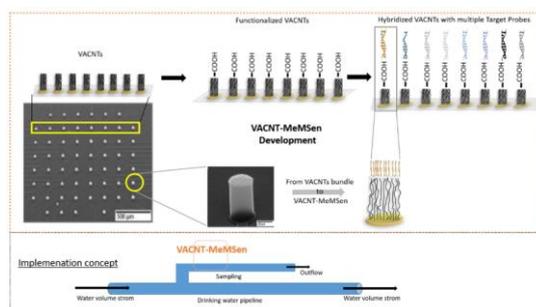
Fördergeber:

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

Förderzeitraum:

01.07.2020 – 30.06.2021

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 Probenahmefrequenzen 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

Weitergehende Abwasserbehandlung zur Spurenstoffentfernung – Einfluss der Abwasser-
matrix bei der Adsorption an Aktivkohle

Analysis of a wastewater resistome in public databases

Masterarbeiten

Überwachung von Antibiotikaresistenzgenen in Kläranlagen

Etablierung eines gesamtheitlichen Monitorings von antibiotikaresistenten Bakterien nach
der Ozonierung

Untersuchung der Dynamik von Lachgasreduzierenden Bakterien in Systemen zur Stick-
stoffelimination mittels mathematischer Simulation

Untersuchung von verschiedenen Betriebsszenarien in membranbelüfteten Biofilmreakto-
ren

Bestimmung des Lachgasreduktionsvermögens unterschiedlicher Biomassen

2.3.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Lackner, S., Bitter, H., Abschlusskonferenz: Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze, 20.-21.04.2021, Webkonferenz

Lackner, S., Agrawal, S., Orschler, L. (2021): Diverse Vorträge zum Thema SARS-CoV-2 Nachweis in Abwasser u.a. bei der DWA Landesverbandstagung Baden Württemberg; der DBU Veranstaltung "Woche der Umwelt 2021 - So geht Zukunft"; der 14. Aachener Tagung Wassertechnologie; bei der Gesundheitstechnische Gesellschaft e.V. (GG) in Berlin (inkl. Podcast: https://www.youtube.com/channel/UChu8Yd-FItDIkbkqY6YH5_w/featured) und in mehreren EU Town Hall Meetings zum Thema SARS-CoV-2 Nachweis in Abwasser.

Lackner, S., Vortrag bei der Veranstaltung der Hessen Trade & Invest GmbH „Wastewater-based Epidemiology – Polio, Pest und Pandemie“, 15.06.2021

2.3.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Agrawal, S., Orschler, L., & Lackner, S. (2021). Metatranscriptomic Analysis Reveals SARS-CoV-2 mutations in wastewater of the frankfurt metropolitan area in Southern Germany. *Microbiology Resource Announcements*, 10(15), [e00280-21](#).

Agrawal, S., Orschler, L., & Lackner, S. (2021). Long-term monitoring of SARS-CoV-2 RNA in wastewater of the Frankfurt metropolitan area in Southern Germany. *Scientific reports*, 11(1), 1-7, [5372](#).

Agrawal, S., Weissbrodt, D. G., Annavaajhala, M., Jensen, M. M., Arroyo, J. M. C., Wells, G., Chandran, K., Vlaeminck, S.E., Terada, A., Smets, B.F. & Lackner, S. (2021). Time to act—assessing variations in qPCR analyses in biological nitrogen removal with examples from partial nitrification/anammox systems. *Water Research*, 190, [116604](#).

Acevedo Alonso, V., Kaiser, T., Babist, R., Fundneider, T., & Lackner, S. (2021). A multi-component model for granular activated carbon filters combining biofilm and adsorption kinetics. *Water Research*, 197, [117079](#).

Bitter, H. and Lackner, S. 2021. Fast and easy quantification of semi-crystalline microplastics in exemplary environmental matrices by differential scanning calorimetry (DSC). *Chemical Engineering Journal* 423, [129941](#).

Fundneider, T., Acevedo Alonso, V., Wick, A., Albrecht, D. and Lackner, S. 2021. Implications of biological activated carbon filters for micropollutant removal in wastewater treatment. *Water Research*, 189, [116588](#).

Kampouris, I. D., Agrawal, S., Orschler, L., Cacace, D., Kunze, S., Berendonk, T. U., & Klümper, U. (2021). Antibiotic resistance gene load and irrigation intensity determine the impact of wastewater irrigation on antimicrobial resistance in the soil microbiome. *Water Research*, 193, [116818](#).

Kampouris, I. D., Klümper, U., Agrawal, S., Orschler, L., Cacace, D., Kunze, S., & Berendonk, T. U. (2021). Treated wastewater irrigation promotes the spread of antibiotic resistance into subsoil pore-water. *Environment International*, 146, [106190](#).

- Orschler, L., Agrawal, S., & Lackner, S. (2021). Targeted metagenomics reveals extensive diversity of the denitrifying community in partial nitrification anammox and activated sludge systems. *Biotechnology and Bioengineering*, 118(1), 433-441, [10.1002/bit.27581](https://doi.org/10.1002/bit.27581).
- Suenaga, T., Ota, T., Oba, K., Usui, K., Sako, T., Hori, T., Riya, S., Hosomi, M., Chandran, K., Lackner, S., Smets, B.F. and Terada, A. (2021). Combination of ¹⁵N Tracer and Microbial Analyses Discloses N₂O Sink Potential of the Anammox Community. *Environmental Science & Technology* 55(13), 9231-9242, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00674>.
- Yasuda, S., Suenaga, T., Orschler, L., Agrawal, S., Lackner, S., & Terada, A. (2021). Metagenomic Insights Into Functional and Taxonomic Compositions of an Activated Sludge Microbial Community Treating Leachate of a Completed Landfill: A Pathway-Based Analysis. *Frontiers in microbiology*, 12, 948, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.640848>.

Konferenzbeiträge:

- Agrawal, S., Orschler, L., & Lackner, S. (2021). SARS-CoV 2 Wastewater-based monitoring as a decision maker for the future epidemics: German city as WBE example, 9th Microbial Ecology & Water Engineering Specialist Conference, Delft
- Agrawal, S., Orschler, L., & Lackner, S. (2021). Comparing microbiome of thirty-one wastewater treatment plants: activated sludge systems vs partial nitrification/anammox (PN/A), International conference on nitrification and related processes (ICON)
- Lackner, S. (2021) Inside MABR Biofilms – what we can learn from microsensor and sequencing approaches, Keynote at the *IWA Biofilm Reactors 2021 - Virtual Conference*
- Orschler, L., Agrawal, S., Lackner, S., ICoN 7- International conference on nitrification and related processes, Utah State University (virtual)
- Orschler, L., Agrawal, S., Lackner, S., MEWE 9 – 9th Microbial Ecology & Water Engineering Specialist Conference, Delft (virtual)

2.4 Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung

2.4.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Raum- und Infrastrukturplanung

Positioniert an der Schnittstelle zwischen Raum-, Infrastruktur- und Umweltp lanung, 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

Fördergeber:

Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsamt

Förderzeitraum:

01.07.2021 – 31.01.2022

Im Auftrag vom Hessen Mobil – Straßen und Verkehrsamt erarbeitete das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung 2021 eine Gefährdungsanalyse zu den Klimaauswirkungen auf die etwa 7.000 Kilometer Landesstraßen in Hessen.

Mit 140 Maßnahmen im Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025, sollen sowohl die Klimaziele Hessens erreicht werden, als auch Anpassungen an die Folgen des Klimawandels erfolgen. Die darin formulierten Maßnahmen decken relevante Felder und Sektoren ab, in welchen Handlungsbedarf zu Klimaschutz und -anpassung besteht, so auch den Verkehrssektor mit der Straßeninfrastruktur. Mit dem Gutachten wird eine Grundlage für die Maßnahme V 22 „Hessenweite Gefährdungsanalyse für Verkehrsinfrastruktur gegenüber Klimaauswirkungen“ geschaffen.

Die Grundlagenstudie zu Gefährdungen und Vermeidungsoptionen soll „klimakritische“ Konstellationen der Straßeninfrastruktur erkennen und bewerten. Die Untersuchung baut auf dem aktuellen Wissensstand, verschiedenen Expertennetzwerken und der hessischen Klimarisikanalyse auf. Neben der Identifikation typischer Gefährdungslagen – abhängig von Klimaregionen und lokalen Strukturen – werden auch Maßnahmen formuliert, die für die Vermeidung von Schadenereignissen heranzuziehen sind, und Akteure erfasst, die im Prozess von besonderer Relevanz sind.

Das Projekt von Hessen Mobil befindet sich aktuell in der Abschlussphase. Das Gutachten wurde im Januar 2022 übergeben. Eine finale Präsentation erfolgt auf einer Tagung von Hessen Mobil im März 2022.



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 – 31.10.2022

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 Wirtschaftlichkeitsbetrach-

tungen wird eine zusammenfassende Bewertung des geplanten Flächenmanagements gegeben.

Die Projektlaufzeit beläuft sich auf insgesamt knapp ein Jahr.



Kontaktpersonen

Dr.-Ing. Brigitte Treskov.

Jan Schmid, M.Sc.

Benjamin D. Kraff, M.Sc.

2.4.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Analyse aktueller Ansätze in der Raumplanung zur Vorsorge vor Hochwasserkatastrophen aufgrund lokaler Starkregenereignisse – untersucht anhand ausgewählter Regionen in Deutschland

Entwicklung von Handlungskonzepten für die innerstädtische Flächengewinnung zur Verbesserung des Mikroklimas

Autofreie Innenstädte - Chancen und Risiken der urbanen Verkehrswende für Bevölkerung und Wirtschaft

Erschließung urbaner und suburbaner Räume durch flächendeckende Radwegenetze

Bestimmung und Bewertung Kritischer Infrastrukturen - Untersuchungen zum Begriff Kritikalität

Kritische Infrastrukturen im Verkehrs- und Gesundheitssektor - Analyse der Interdependenzen und Kaskadeneffekte im Störfall

Bürgerwind- und Bürgersolarparks - Chancen und Risiken für Bürger_innen und Kommunen

Die klimaneutrale Stadt - Vorgehen und Maßnahmen zur Zielerreichung am Beispiel des Verkehrssektor

Organisation kritischer Infrastrukturen im Kontext rechtlicher Rahmenbedingungen - Analyse am Beispiel der Abwasser- und Abfallentsorgung in Südhessen

Klimaschutz in der Quartiersplanung - Analyse und Prüfung an Fallbeispielen aktueller Wohnquartiersentwicklungen in der Wissenschaftsstadt Darmstadt

Das Ziel der klimaneutralen Stadt - Analyse der Bedeutung von innovativen Geschäftsmodellen für die Energiewende am Beispiel des Photovoltaikausbaus privater Wohngebäude in Darmstadt

Stärken und Schwächen der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main als Wirtschaftsstandort
Großflughäfen als Impulsgeber für die Stadt- und Regionalentwicklung - untersucht am Flughafen Frankfurt am Main

Der Beitrag der Regionalplanung zur Umsetzung einer nachhaltigen Raumentwicklung - untersucht an der Regionalplanung in der Planungsregion Südhessen

Die Auswirkungen des Wohnraummangels in der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main - untersucht an der Stadt Hanau

Masterarbeiten

GIS-gestützte Resilienzanalyse europäischer Städte

Entwicklung von innerstädtischen Handlungskonzepten zur Reduzierung der Flächenversiegelung und Verbesserung des Mikroklimas

Chancen und Herausforderungen bei der Vernetzung neuer Mobilitätsformen mit dem ÖPNV in suburbanen Räumen - Analyse der Übertragungsmöglichkeit am Beispiel von der Metropolregion Frankfurt Rhein-Main

Chancen und Herausforderungen des Ausbaus der Radverkehrsinfrastruktur für Städte - Analyse am Beispiel der Wissenschaftsstadt Darmstadt

Intelligente ÖPNV-Netze - Chancen der Digitalisierung für die Bereitstellung von bedarfsgerechtem ÖPNV im ländlichen Raum

Klimafolgenanpassung im Stadtquartier mithilfe Grün-Blauer-Infrastruktur - Untersuchung der Wirkung integrierter Maßnahmen zur Stadtentwicklung im Bestand anhand ausgewählter Fallbeispiele

Handlungsoptionen deutscher Städte in der nachhaltigen Umgestaltung der Verkehrsinfrastruktur - Analyse am Beispiel der Landeshauptstadt Wiesbaden

Quartiersbezogene Mobilitätskonzepte als Beitrag zu einer zukunftsfähigen Stadt- und Regionalentwicklung - untersucht an der Lincoln-Siedlung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt

Vernetzung der unterschiedlichen Verkehrsarten - untersucht an der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main

Wissenschaftliche Untersuchung zu einem möglichen Zusammenwachsen der Städte und Gemeinden in und um die Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main zu einer Metropole

Gute Beispiele für die Umsetzung der Verkehrswende auf kommunaler Ebene - untersucht an der Wissenschaftsstadt Darmstadt

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 Schulungsmodulare 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 – 31.12.2021

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.

co(MP)ost – Methodenentwicklung zur Charakterisierung von Mikroplastik in Komposten

Fördergeber:

Fritz und Margot Faudi-Stiftung

Förderzeitraum:

01.01.2018 – 30.06.2021

Mikroplastik in der Umwelt ist in den letzten Jahren stark in den Fokus des wissenschaftlichen Diskurses sowie der öffentlichen Wahrnehmung gerückt. Nach zahlreichen Arbeiten über maritimes Mikroplastik sind nun limbische Systeme in einer Vielzahl an Forschungsvorhaben vertreten. Um einen Einblick in das Ausmaß des Mikroplastikeintrages in terrestrische Systeme zu bekommen, muss zunächst eine Methode entwickelt werden, um das Mikroplastik in derart komplexen Matrices zu extrahieren und anzureichern.

Komposte, welche unter anderem aus Haushaltsbioabfällen erzeugt werden, können einen erheblichen Anteil an Kunststoffverunreinigung in Form von beispielsweise Mülltüten oder Lebensmittelverpackungen enthalten. Durch den Aufarbeitungs- und Kompostierungsprozess kann dieses Material unter eine Größe von fünf Millimeter zerkleinert werden und so von Makro- zu Mikroplastik werden.

Daher arbeitet das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft an der Entwicklung einer analytischen Verbundmethode um Mikroplastik aus Komposten zu extrahieren, charakterisieren und quantifizieren. Unter anderem werden präanalytische saure und basische Probenaufschlüsse sowie physikalische Separationsprozesse auf ihre Anwendbarkeit hin untersucht.

Finanziert durch die Fritz und Margot Faudi-Stiftung plant das Projekt „co(MP)ost“ eine vollständige Verbundmethode von Probenahmestrategie, über

präanalytischen Aufschluss, hin zu instrumentellen-analytischer Bestimmung der Plastikfraktion mittels Pyrolyse-GC-MS zu schaffen. Mittels dieser sollen Kompostströme zuverlässig und repräsentativ untersucht werden können. So kann das Mikroplastikpotential verschiedener Anlagentypen verglichen werden. Dies soll einen Einblick in den Mikroplastikeintrag in agri- und hortikulturell genutzte Böden, die mit Kompost gedüngt werden, ermöglichen.



Kontaktpersonen
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Domink Dörder, M.Sc.

Combi4Products – Kombination und Erweiterung von Behandlungsverfahren für biologische Abfälle und Reststoffe um Bioraffinationseinheiten zur Erzeugung hochwertiger biobasierter Produkte

Auftraggeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

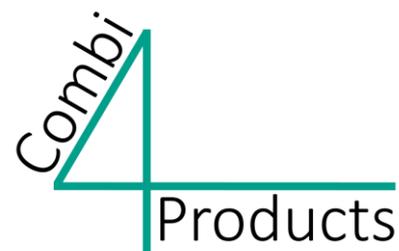
01.10.2018 – 30.09.2021

Am 01. Oktober 2018 startete das neue Forschungsprojekt *Combi4products* unter Leitung von Herrn Dr.-Ing. Jan Kannengießer vom Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft. Das dreijährige Projekt wird zusammen mit Frau Prof. Iris Steinberg der Hochschule Darmstadt (h_da) sowie der Jager Biotech GmbH und der Jager Ingenieure GmbH bearbeitet. Gefördert wird das Forschungsvorhaben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Innerhalb dieses Vorhabens soll ein Verfahrenskonzept erarbeitet und getestet werden, welches die Verfahren der Kompostierung, Vergärung und Ethanolherstellung auf Basis Lignocellulose haltiger Biomasse kombiniert. Durch die Kombination dieser drei Verfahren soll ein flüssiges Substrat erzeugt werden, das reich an unpolaren Carbonsäuren ist, die in einer Bioraffinationseinheit extrahiert und in biobasierte Produkte umgewandelt werden.

Durch Kombination unterschiedlicher (bereits im Realmaßstab und Regelbetrieb existierender) Bioabfallbehandlungsverfahren miteinander und der Integration einer innovativen Biotechnologie zur Erzeugung biobasierter Produkte auf Basis unpolarer Carbonsäuren soll die Wirtschaftlichkeit der Anlagen sowie die ökologische Nutzung der Biomasse verbessert werden.

Im Rahmen des Vorhabens sollen weiterhin zwei Raffinationskonzepte untersucht werden. Zum einen handelt es sich um ein stationär ausgerichtetes Konzept, bei dem in den Behandlungsanlagen für biologische Abfälle bzw. landwirtschaftliche Reststoffe ein mit Carbonsäuren angereichertes Substrat erzeugt wird, das anschließend zur zentralen Bioraffinationseinheit transportiert und weiterbehandelt wird. Dort werden abschließend die entstandenen unpolaren Carbonsäuren abgetrennt und zu biobasierten Produkten umgewandelt. Zum anderen handelt es sich um ein Raffinationskonzept, bestehend aus mobilen Einheiten, die in die existierenden Behandlungsanlagen integriert werden können und somit die Abtrennung der Carbonsäuren aus den Substraten und die Herstellung biobasierter Produkte vor Ort durchführen können. Damit wäre bspw. ein direkter Einsatz der erzeugten Produkte in den Behandlungsanlagen möglich.



Kontaktpersonen
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Dr.-Ing. Jan Kannengießer
 Kasimir Simon, 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 Löse-mittel) 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 Unterneh-

men 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 geht bis 31. Dezember 2023. Die Koordination und Projektleitung übernimmt Herr Dr.-Ing. Jan Kannengießer. Des Weiteren kümmert sich Herr Alessio Campitelli, M.Sc. um die inhaltliche Bearbeitung des Vorhabens.



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 seit 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, sodass 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-Maximi-

lians-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 Vergärbarkeit 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 Le-

benszyklus 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 Abwässer in küstennahen Kläranlagen, für städtische Bewässerungs- oder industrielle Zwecke gezeigt wird.

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.



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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dipl. Wirtsch.-Ing. Laura Göllner-Völker

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 FuEuI-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 FuEuI-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 CO₂-Speicherung und Biodiversität?

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



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 wissenschaftliche 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

Dipl. Wirtsch.-Ing. Laura Göllner-Völker

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

führt, 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. (Österreich) Alice Lopes
Tabea Hagedorn, M.Sc.

Campus FreeCity – Reallabor zur Erforschung einer vernetzten Flotte modularer Roboterfahrzeuge

Fördergeber:

EDAG Engineering GmbH

HOLM GmbH (Konsortialführer)

Förderzeitraum:

24.11.21 – 01.03.2024

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

Dipl. Wirtsch.-Ing. Laura Göllner-Völker

Albert-Jan van Zuilichem, M.Sc.

ReOptify – Resource optimization along the product lifecycle

Fördergeber:

IWB-EFRE

Förderzeitraum:

01.01.2021 – 31.12.2021

Digitalisierungsmaßnahmen in der Produktion können auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu Kosten- und Ressourceneinsparungen führen. Zur Identifikation und Umsetzung der Potentiale ist bereits im Rahmen des Projekts ArePron ein Konzept zur Integration eines ressourceneffizienten Produktionsmanagements in bestehende Produktionsnetzwerke erarbeitet worden. Darauf aufbauend wird im neu gestarteten Projekt ReOptify (Resource Optimization along the Product Lifecycle) die Thematik der Ressourceneffizienz in Produktionsnetzwerken weiter vertieft. Das Vorhaben wird durch einen Industriebeirat begleitet, der insbesondere beim Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis unterstützt.

Das Projekt ist in drei Themenschwerpunkte untergliedert. Der erste Schwerpunkt umfasst zum einen die Erweiterung des Produktionsnetzwerkes der TU Darmstadt Lernfabrik CiP um neue Maschinen und Produktionsvarianten und zum anderen ein Echtzeit-Wertstrommanagement, das zur Darstellung und Verwaltung von Produktionsinformationen, wie der Materialzusammensetzung eingesetzt wird. Der zweite Schwerpunkt liegt auf einer vertieften Betrachtung der Prozessinfrastruktur zur Druckluftbereitstellung. Hierzu werden in Anlehnung an die industrielle Praxis in den Lernfabriken ETA und CiP systematische Versuche zur Ermittlung von Verbrauchsdaten unterschiedlicher Druckluftniveaus sowie Leckageraten durchgeführt. Diese dienen als Basis zur Identifikation von Ressourceneffizienzpotentialen sowie

der Bildung ökologischer und ökonomischer Kennwerte. Die hierbei erlangten Erkenntnisse werden als anwendungsorientierte Handlungsempfehlungen insbesondere für KMU bereitgestellt. Im Rahmen des dritten Schwerpunkts erfolgt die Verknüpfung von Daten der Produktentwicklung mit Daten der Produktion, um daraus Rückschlüsse zur Ressourceneffizienz und möglicher Maßnahmen zur Steigerung dieser abzuleiten.

Das einjährige Projekt ist im Januar 2021 gestartet und wird vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen sowie durch europäische Mittel (EFRE) gefördert. Die Bearbeitung erfolgt in einer TU Darmstadt internen Kooperation mit dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) und dem Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion (DiK). Das Fachgebiet SuR bringt seine Expertise insbesondere für die Ressourceneffizienzanalyse und Ausweisung von ökologischen und ökonomischen Kennwerten im zweiten Schwerpunkt des Projekts ein.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Malte Vogelgesang, M.Sc.
Diego Olaya, M.Sc.

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

Fördergeber:

Merck Sustainability Hub

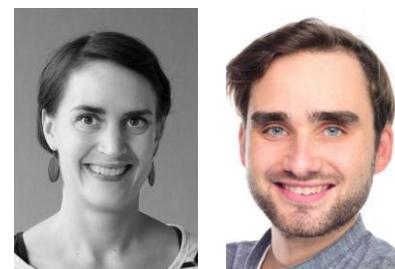
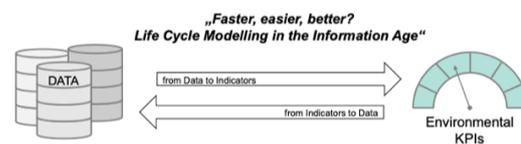
Förderzeitraum:

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 ei-

ner 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 und TU Darmstadt gefördert und wird die entwickelten Ansätze in einer Pilotstudie in Kooperation mit Merck erproben.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dipl. Wirtsch.-Ing. Laura Göllner-Völker

Julian Baehr, M.Sc.

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

Fördergeber:

Fritz und Margot Faudi-Stiftung

Förderzeitraum:

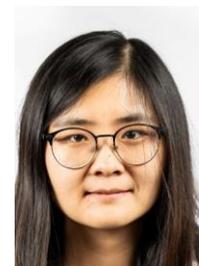
01.01.2021 – 31.12.2022

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 Rapssaaten 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.

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
Dipl. Wirtsch.-Ing. Laura Göllner-Völker
Susanne Hanesch, M.Sc.

2.5.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

- Entwicklung eines Programms zur optischen Klassifikation von Materialien mittels künstlicher neuronaler Netzwerke
- Entwicklung und ökobilanzielle Bewertung eines quartiersbezogenen Energiekonzeptes
- Entwicklung einer objektbasierten Klassifikation von Nahinfrarot-Spektren mittels künstlicher neuronaler Netzwerke
- Synthese und photoinduzierte Bandlückenmodulation von Cs₂AgBiBr₆-Doppelperowskiten für Tandemsolarzellen
- Ökobilanzierung des Recyclings von Smartphone-Komponenten
- Analyse des ökonomischen Potenzials des Smartphone-Recyclings
- Chancen und Grenzen des LCA zur Bewertung von Umweltauswirkungen elektrifizierter Kleinflugzeuge
- Kritischer Review über die Umweltwirkungen von Lithium Batterien mit Fokus auf Herstellungsprozesse und Materialgewinnung
- Mikroplastik in Komposten – Optimierung der Nachrotte zur Erzeugung von kunststofffreien Komposten für Aufstockungsversuche
- Local food production in rooftop greenhouses: evaluation of environmental impacts of innovative rooftop greenhouse concepts with life cycle assessment
- Entwicklung eines Prozesses zur Sortierung von elektronischen Bauteilen entstückter Leiterplatten

Masterarbeiten

- Ökologisch-ökonomische Bewertung von Industrierobotersystemen
- Mikroplastik – Vergleich des saisonalen Sorptionsverhaltens von polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) an einer ausgewählten Polymerart für zwei unterschiedliche Kläranlagen-Größenklassen sowie Untersuchung des Einflusses chemisch-physikalischer Kläranlagenparameter auf das Sorptionsverhalten in den Reinigungsstufen einer Kläranlage
- Mikroplastik - Ermittlung stoffspezifischer Zusammenhänge von chemisch-physikalischen Eigenschaften ausgewählter polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe und Kunststoffarten mit im kleinen Labormaßstab bestimmten Verteilungskoeffizienten
- Ermittlung des Potenzials flüssiger Gärreste zur Bildung von kurz- und mittelkettigen Fettsäuren durch die Nutzung der reversen β -oxidation
- Life Cycle Assessment of Closed-Loop Medication Management & Pharmaceutical Packaging
- Ganzheitliche Lebenszyklusanalyse eines teilelektrifizierten Flugzeugs mit Fokus auf Materialeinsatz und Recyclingpotenzial der Flugzeugkomponenten

2.5.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Campitelli, A.; Saadoun, L.; Kannengießer, J.; Stanjokovski, D.; Mandi, L.; Ouazzani, N.; Schebek, L., Konferenz, digital, 23.-25.06.2021, 8th International Conference on Sustainable Solid Waste Management.
- Campitelli, A.; Kannengießer, J.; Mandi, L.; Ouazzani, N., Saadoun, L.; Stanjokovski, D.; Konferenz, digital, 22.-23.07.2021, International conference on waste management, recycling and recovery.
- Campitelli, A.; Kannengießer, J.; Mandi, L.; Ouazzani, N., Saadoun, L.; Stanjokovski, D.; Konferenz, digital, 10.-15.10.2021, SDEWES 16th Conference on sustainable development of energy, water and environmental systems.
- Campitelli, A.; Hagedorn, T.; Kannengießer, J.; Lopes, A.; Miao, Z.; Olaya, D., Konferenz, Weimar, 14.-16.11.2021, Doktorandenseminar Abfallwirtschaft Weimar
- Güldemund, A., Konferenz, digital, 13.09.2021, 3. Tag der Rhein-Main-Universitäten
- Güldemund, A.; Zeller, V., Seminar, Frankfurt am Main, 27.09.2021, BioBall Jahrestreffen 2021
- Güldemund, A., Konferenz, digital, 22.07.2021, Plan B – Bioökonomie für Industrielle Urbane Räume in Baden-Württemberg
- Güldemund, A.; Miao, C.; Olaya, D., PhD Kurs, digital, 14.-25.06.2021, PhD course on life cycle assessment of waste systems
- Hanesch, S.; Vogelgesang, M., Konferenz, digital, 08.-09.03.2021, International Conference on Resource Chemistry
- Hanesch, S., Konferenz, digital, 16.03.2021, 14. Berliner Recycling- und Sekundärrohstoffkonferenz
- Hanesch, S.; Koch, B.; Scholliers, N., Konferenz, digital, 03.-06.05.2021, SETAC Europe 31st Annual Meeting
- Hanesch, S.; Koch, B., Seminar, digital, 11.05-10.06.2021, Advanced LCA – Consequential and IO-based Life Cycle Assessment
- Hanesch, S., Konferenz, digital, 11.-13.08.2021, AIAA/IEEE Electric Aircraft Technologies Symposium
- Miao, Z.; Olaya, D., Konferenz, digital, 22.-24.09.2021, Ökobilanzwerkstatt 2021

2.5.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Buchbeiträge:

- Albrecht, S.; Fischer, M.; Leistner, P.; Schebek, L. (Hrsg.) (2021). Progress in Life Cycle Assessment 2019. Reihe: Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management, Springer Verlag. ISSN: 2194-0541, ISSN: 2194-055X (electronic), ISBN: 978-3-030-50518-9; ISBN: 978-3-030-50519-6 (eBook), 2021, VI, 239 S. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6>
- Hofmann, K.M.; Hanesch, S.; Levin-Keitel, M.; Krummheuer, F.; Serbser, W.H.; Teille, K.; Wust, C. (2021). Auswirkungen von Digitalisierung auf persönliche Mobilität und vernetzte Räume - Zusammenfassende Betrachtung der Unseens digitaler Mobilität. In: Scholz, R.W.; Beckedahl, M.; Noller, S.; Renn, O. (Hrsg.) (2021). DiDaT Weißbuch: Verantwortungsvoller Umgang mit digitalen Daten - Orientierungen eines transdisziplinären Prozesses, S. 69-96, Baden-Baden, Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748924111>
- Schebek, L.; Hanesch, S.; Fischer, E.; Tiffe, J.; Wust, C.; Hofmann, K.M. (2021). Erhöhter Ressourcenverbrauch durch Digitalisierung im Kontext der Mobilität im Individualverkehr. In: Scholz, R.W.; Albrecht, E.; Marx, D.; Mißler-Behr, M.; Renn, O.; Van Zyl-Bulitta, V. (Hrsg.) (2021). Supplementarische Informationen zum DiDaT Weißbuch: Verantwortungsvoller Umgang mit Daten - Orientierungen eines transdisziplinären Prozesses, S. 34-44, Baden-Baden, Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748912125-SI1-5>
- Schebek, L.; Linke, H.-J. (2021). Der Gebäudebestand als Rohstofflager: Der Beitrag der Digitalisierung für ein zukünftiges regionales Stoffstrommanagement im Baubereich. In: Mertens, A.; Ahrend, K.-M.; Kopsch, A.; Stork, Werner (Hrsg.): Smart Region: Die digitale Transformation einer Region nachhaltig gestalten. Wiesbaden: Springer Gabler 2021. ISBN 978-3-658-20725-1, ISBN 978-3-658-29726-8 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29726-8>

Veröffentlichungen:

- Cristóbal, J.; Sierra, L.; Margallo, M.; Kannengießner, J.; Aldaco, R.; Schebek, L.; Irabien, A. (2021). Techno-economic and environmental assessment of methane oxidation layer measures through small-scale clean development mechanism – The case of the Seychelles. Waste Management, 124, 244-253. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.005>
- Dierks, C.; Hagedorn, T.; Campitelli, A.; Bulach, W.; Zeller, V. (2021). Are LCA Studies on Bulk Mineral Waste Management Suitable for Decision Support? A Critical Review. Sustainability 2021, 13, 4686. <https://doi.org/10.3390/su13094686>
- Stuhlenmiller, F.; Weyand, S.; Jungblut, J.; Schebek, L.; Clever, D.; Rinderknecht, S. (2021). Impact of Cycle Time and Payload of an Industrial Robot on Resource Efficiency. Robotics, 1 (10), MDPI, <https://doi.org/10.3390/robotics10010033>
- Towa, E.; Zeller, V.; Achten, W.M.J. (2021). Circular economy scenario modelling using a multiregional hybrid input-output model: The case of Belgium and its regions. Sustainable Production and Consumption 27, S. 889–904. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.012>

- Towa, E.; Zeller, V.; Merciai, S.; Achten, W.M. J. (2021). Regional waste footprint and waste treatments analysis. *Waste management*, 124, S. 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.011>
- Xia, L.; Sakaguchi-Söder, K.; Stanojkovski, D.; Schebek, L. (2021). Evaluation of a quick one-step sample preparation method for the determination of the isotopic fingerprint of rapeseed (*Brassica napus*): Investigation of the influence of the use of 2,2-dimethoxypropane on compound-specific stable carbon and hydrogen isotope analyses by gas chromatography combustion/pyrolysis isotope ratio mass spectrometry. *Rapid communications in mass spectrometry: RCM*, 9 (35), S. e9064, Wiley, ISSN: 0951-4198, <https://doi.org/10.1002/rcm.9064>
- Yebouet, F.C.; Campitelli, A.; Amoikon, S. L. T.; Kannengiesser, J.; Stanojkovski, D.; Mrukwa, T.; Koffi Dje, M.; Djeni, T. (2021). Assessment of the diversity and abundance of bacterial population and its correlation with medium chain fatty acids production from fermentation of two leachate qualities. *Bioresource Technology Reports*, Volume 16, 100840, ISSN 2589-014X, <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100840>

Konferenzbeiträge:

- Campitelli, A.; Saadoun, L.; Kannengießner, J.; Stanojkovski, D.; Mandi, L.; Ouazzani, N.; Schebek, L. (2021). Implementation of a medium chain fatty acid extraction biotechnology in the Global South: A case study of Morocco. *Conference Proceedings, 8th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Thessaloniki, 23.-25.06.2021.*
- Güldemund, A.; Zeller, V.; Schebek, L. (2021). Transformation analysis and development concepts for a regional bioeconomy (TransRegBio), 3. Tag der Rhein-Main-Universitäten.
- Güldemund, A.; Zeller, V.; Schebek, L. (2021). Quantifizierung biogener Nebenprodukte und Abfallstoffe in Frankfurt/ Rhein Main, BioBall Jahrestreffen 2021.
- Hagedorn, T.; Lopes, A.; Vogelgesang, M. (2021). ReCircE – Digital Lifecycle Record for the Circular Economy - Transparent design of material cycles and optimization of waste sorting with the help of artificial intelligence. *Konferenz International Conference on Life Cycle Management (LCM), 05.-08.11.2021, Poster.*
- Hagedorn, T.; Lopes, A.; Vogelgesang, M. (2021). ReCircE – Digital Lifecycle Record for the Circular Economy - Transparent design of material cycles and optimization of waste sorting with the help of artificial intelligence. *Konferenz International Conference on Life Cycle Management (LCM), 05.-08.11.2021, Präsentation.*
- Hanesch, S.; Schebek, L. (2021). Criticality of Raw materials for the Energy Transition. Analysis and Assessment of the Supply Risk of selected Elements for Photovoltaic Technologies in Germany until 2050. *Poster. International Conference on Resource Chemistry.*
- Hanesch, S.; Schebek, L. (2021). Transformation of the transport sector for achieving climate targets. A methodological approach to assess the environmental impacts of emerging means of transport change options. *Poster. SETAC Europe 31st Annual Meeting.*

- Saadoun, L.; Campitelli, A.; Kannengießner, J.; Stanjokovski, D.; Mandi, L.; Ouazzani, N. (2021). Medium chain fatty acids production from organic municipal solid waste in pilot scale reactor: effect of leachate recirculation and dilution. Conference Proceedings, SDEWES 16th Conference on sustainable development of energy, water and environmental systems, Dubrovnik, 10.-15.10.2021.
- Xia, L.; Sakaguchi-Söder, K.; Stanojkovski, D.; Schebek, L. (2021). A quick one-step sample preparation method with 2,2-Dimethoxypropane (DMP) for isotopic fingerprint analysis of vegetable oil – how does DMP influence the accuracy of the C- and H-CSIA by GC-C/Py-IRMS? Conference Proceedings, Annual Meeting of the Arbeitsgemeinschaft Stabile Isotope e.V., digital, 26.-29.09.2021.
- Zeller, V. und Schebek, L. (2021). The Role of Residues and Waste for a Regional Circular Bioeconomy. Conference Proceedings, EFB 2021 conference (European Federation of biotechnology), digital, 10.-14. 05.2021.

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: Landesmittel

Förderzeitraum:

01.04.2020 – 31.03.2023

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 (ClO_2) oder Ozon (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 O_3 und ClO_2 ersetzt. Allerdings kann es hierbei auch zur Bildung von gesundheitsschädlichen Nebenprodukten kommen. Die Verwendung von O_3 in bromidhaltigen Gewässern führt zur Bildung von karzinogenem Bromat (BrO_3^-) und durch die Anwendung von ClO_2 kann es zur Bildung von Chlorit (ClO_2^-) und Chlorat (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.

Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe untersucht systematisch die Reaktionen von N-Acetyl-L-Tyrosin (NAL-Tyrosin) und N-Acetyl-L-Tryptophan (NAL-Tryptophan) mit den chemischen Oxidationsmitteln ClO_2 und Chlor. NAL-Tyrosin und NAL-Tryptophan sind Beispiele für reaktive Aminosäuren von mikrobiellen Membranproteinen, die bei der Wasserdesinfektion mit diesen Oxidationsmitteln reagieren können.

Das Fachgebiet konnte zeigen, dass sich bei den Reaktionen von NAL-Tyrosin und NAL-Tryptophan mit ClO_2 frei verfügbares Chlor (FAC) bilden kann: NAL-Tyrosin (50 % pro verbrauchtem ClO_2) und NAL-Tryptophan (36 % pro verbrauchtem ClO_2). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit Phenol und Indol, den reaktiven Einheiten in NAL-Tyrosin (Phenol-Einheit) und NAL-Tryptophan (Indol-Einheit). Auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass FAC bei der ClO_2 -basierten Desinfektion ein wichtiges sekundäres Oxidationsmittel sein kann, das durch Reaktion mit anderen Zellkompartimenten wesentlich zur Inaktivierung von Krankheitserregern beiträgt.



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 Schadstofftransformationsprozesse) 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
 Mohammad 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 (H₂O₂) 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.

2.6.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

-

Masterarbeiten

-

2.6.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Lutze, H.V., Kim, C., Abdighahroudi, M.S., Jütte, M. Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2021 (online)

2.6.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Abdighahroudi, M. S.; Jütte, M.; Hupperich, K.; Mutke, X. A. M.; Schmidt, T. C.; Lutze, H. V. Mechanisms and Byproduct Formation in the Application of Chlorine Dioxide; 2021; pp 51–83. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2021.01.003>

Wirzberger, V.; Klein, M.; Merkus, V. I.; Woermann, M.; Hohrenk-Danzouma, L. L.; Lutze, H. V.; Schmidt, T. C. Oxidative Water Treatment: Formation of Transformation Products, Matrix Effects and the Ecotoxicological Relevance. *Vom Wasser* 2021, 119 (3), 97–100. <https://doi.org/10.1002/vomw.202100021>

Kim, C.; Schmidt, T. C.; Lutze, H. V. Oxidation of Bromide by Heat-Activated Persulfate – Effects of Temperature and the Organic Matter Surrogate Phenol on Kinetics and Stoichiometry. *Chem. Eng. J.* 2021, 133533. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.133533>

Wirzberger, V.; Klein, M.; Woermann, M.; Lutze, H. V.; Sures, B.; Schmidt, T. C. Matrix Composition during Ozonation of N-Containing Substances May Influence the Acute Toxicity towards *Daphnia Magna*. *Sci. Total Environ.* 2021, 765, 142727. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142727>

Konferenzbeiträge:

Abdighahroudi, M.S., Jütte, M., Kalnins, R., Lutze, H.V., Schmidt, T.C. Investigation of ClO₂ reactions with reactive moieties, formation of hypochlorous acid as secondary oxidant – challenges and solutions. Presented at Wasser 2021 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

Jütte, M., Große J.V., Abdighahroudi, M.S., Lutze, H.V. Reaction of chlorine dioxide with amino acids- Insights in disinfection mechanisms. Presented at Wasser 2021 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

Kim, C., Schmidt, T.C., Lutze, H.V. Oxidation of bromide by heat-activated persulfate – Effects of temperature and phenol on kinetics and stoichiometry. Presented at Wasser 2021 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (online).

Abdighahroudi, M.S., Jütte, M., Mutke, X., Schmidt, T.C., Lutze, H.V. Kinetics of nitrogen-containing micropollutants removal in ClO₂ oxidation – Modeling approaches and degradation predictions. Presented at Wasser 2021 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) das soziale Non-Profit-Unternehmen Amasiko Greenschool & Resource Center (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

Aufgrund des Ausbruchs der Coronapandemie ruhen die Arbeiten am Projekt momentan auf unbestimmte Zeit.



Kontaktpersonen

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban
Julian Mosbach, M.Sc.

Eine hybride stochastisch-deterministische Modellkalibrierungsmethode mit Anwendung auf die unterirdische CO₂-Speicherung in geologischen Lagerstätten

Fördergeber: DFG (UR 71/6-1)

Laufzeit:

01.01.2017 – 31.12.2021

Ingenieure konzentrieren sich zunehmend auf den natürlichen Untergrund für sehr unterschiedliche und möglicherweise konkurrierende Anwendungen. Der Untergrund enthält natürliche Ressourcen und 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 Beschränkungen 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 Vertrauen in die Ergebnisse kann den Entscheidungsträgern oder der Öffentlichkeit nur dann vermittelt werden, wenn Methoden zur Verfügung stehen, die eine zuverlässige Qualität der Modellkalibrierung bieten und eine Abschätzung der Größe der Fehler in den Simulationsergebnissen ermöglichen.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer rechnerisch effizienten und zuverlässigen Methode zur Modellkalibrierung (auch History Matching genannt) mit besonderem Schwerpunkt auf Unsicherheitsabschätzungen für die unterirdische CO₂-Speicherung (und auch für andere rechen-

intensive Simulationsaufgaben im Untergrund). Nach dem History Matching wird das Modell in der Lage sein, das künftige Verhalten mit größerer Sicherheit vorherzusagen, und es wird nützlich sein, um eine robuste Entscheidungshilfe für das Management von Injektion und Speicherung zu liefern.

Die bestehenden Methoden zur Quantifizierung der Unsicherheiten und der Empfindlichkeit der Parameter beim Historienabgleich 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.

Im Rahmen dieses Projekts wurden die beiden allgemeinen Ansätze (stochastisch und deterministisch) für einen gemeinsamen Testfall im Zusammenhang mit der CO₂-Speicherung verglichen (in Bezug auf Effizienz, Stabilität, Arbeitsaufwand, Implementierungsschwierigkeiten, Robustheit und Vorhersagequalität) und eine hybride stochastisch-deterministische Kalibrierungsmethode entwickelt, die die besten Aspekte beider Welten kombiniert.



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

In Iran ist Wasser eine knappe Ressource, weswegen mit dieser sorgsam, nachhaltig und sparsam umzugehen ist. Im Zuge des Projekts „Wasser, Bildung und Tourismus in der ländlichen Mahneshan-Region/Iran“ gefördert durch die Gerda Henkel Stiftung wurde das Fachgebiet vom Deutschen Bergbau-Museum Bochum und dem Archäologischen Museum Frankfurt beauftragt für das in der ländlichen Region Zanzan gelegene Dorf Hamzehloo und einem noch zu errichtenden Informations-/Besucherzentrum am nahe gelegenen Salzstock die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser zu konzipieren und die einzelnen Anlagen zu bemessen.

Im Rahmen des Projekts soll in der Nähe des Salzbergwerks ein Besucher- und Bildungszentrum errichtet werden, in dem die Geschichte des Salzstocks präsentiert wird und Schulungen zum Thema Archäologie, Wasser oder Landwirtschaft stattfinden können. Das Projekt umfasst auch die Planung und den Bau einer Wasserversorgungsinfrastruktur, für das das Fachgebiet beauftragt wurde. Insgesamt soll die zu planende Wasserversorgung in der Lage sein bis zu 150 Menschen zu versorgen; dazu gehören bis zu 100 Dorfbewohner sowie bis zu 50 Arbeiter, die bei archäologischen Ausgrabungen im Besucherzentrum untergebracht werden können.

Neben einem Brunnen, einer Aufbereitungsanlage und Versorgungsinfrastruktur soll in Zusammenarbeit mit den örtlichen Behörden und Firmen eine Kleinkläran-

lage geplant, gebaut und in Betrieb genommen werden. Die Konzeption und Dimensionierung der geplanten Wasserversorgungsinfrastruktur stellt eine besondere Herausforderung dar, da Wasserressourcen aufgrund der klimatischen Verhältnisse in der Umgebung des Salzstockes und des Dorfes eine knappe Ressource darstellen. Zudem besitzen alle vorhandenen Wasservorkommen eine hohe Salzkonzentration, was die Aufbereitung erschwert und bei der Konzepterstellung besonders beachtet werden muss.



Ein Teil des Dorfes Hamzehloo

Aufgrund des Ausbruchs der Coronapandemie kamen die Arbeiten am Projekt zeitweilig zum Erliegen. Geplant ist eine Wiederaufnahme der Arbeiten Anfang Juni 2022. Vorgesehen sind der Ausbau des Brunnens sowie der Beginn des Rohrleitungs- und Anlagenbaus.



Kontaktpersonen

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

2.7.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Technische und ökonomische Betrachtung der Betriebswasserverteilung im Bestand am Beispiel der Heimatsiedlung in Frankfurt am Main

Integrierte Analyse zur langfristigen Nutzung der Grundwasserressourcen in Mexico City
Strategien, Konzepte und Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser in Deutschland

Untersuchungen zur Optimierung einer Grundwassersanierung eines BTEX- und LHKW-Schadensfalls unter Betrachtung der hydrogeochemischen Prozesse im Aquifer

Trinkwasserversorgung - hydraulische Simulation von Planungsvarianten zur Untersuchung zukünftiger Netzbelastungen in der Gemeinde Liederbach

Meerwasserentsalzung – Einflüsse der Sole auf die Umwelt und Möglichkeiten zur Behandlung

Meerwasserintrusion – ein Vergleich der Situation zweier Länder anhand der Beispiele: Florida, USA und Nildelta, Ägypten

Ursachen, Risiken und Methoden zur Minderung von Meerwasserintrusion in küstennahen Gebieten am Fallbeispiel Deutschland

Überleitungsprojekt Rotes-Totes Meer – Chancen und Risiken, Alternativen

Masterarbeiten

Analyse des innerstaatlichen Handels zwischen den Provinzen und die Auswirkung auf den nationalen Wasserfußabdruck in China

Meerwasserentsalzung in Israel – Alternative Möglichkeiten im Umgang mit der entstehenden Sole

Wasserwerksoptimierung - Berücksichtigung der Leistungsreserven in der Wasseraufbereitung und Spülwasserrecycling mittels Ultrafiltration zur Reduzierung des Eigenverbrauchs

Analyse des Wasserfußabdrucks für Brasilien

Die Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Grundwasserschutz in Jordanien

2.7.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Al-Towaie, H.: „Die Flucht aus dem vergessenen Land Jemen an eine Deutsche Universität“; Darmstadt, Deutschland, Januar 2021

Al-Towaie, H.: „Wassersituation in der MENA-Region - Herausforderungen und Lösungsmöglichkeiten“; Online; Februar 2021

Al-Towaie, H.: “4 Years in Germany - Navigating within Academia and Beyond”; Online, April 2021

2.7.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Huber, L (2021): Analysis of data collection and data evaluation for compliance with SDG 6. (Verlagsversion), Darmstadt, Technische Universität

Kip, F. S. (2021): Datenanalyse zu potentiellen Unterschieden im Trinkwasserbedarf verschiedener Siedlungsgebiete anhand siedlungsstruktureller Kennzahlen unter Verwendung eines automatisierten FME (Feature Manipulation Engine)-Prozesses. (Verlagsversion), Darmstadt, Technische Universität Darmstadt

3 Lehrangebot am Institut IWAR 2021

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 Energie 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
- 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 (GPEK)
- Grundlagen der räumlichen Planung
- Grundlagen der Umweltwissenschaften
- Grundlagen der Verfahrenstechnik für Bau- und Umweltingenieure
- Grundlagen der Wasserver- und -entsorgung
- Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- 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. S. Lackner/
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
T. Kaiser, M.Sc.
M. Schwarz, M.Sc.

Water Treatment Processes

Prof. Dr. S. Lackner/
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
S. Kale, M.Sc.
T. Kaiser, M.Sc.

FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

Industrieabwasserreinigung

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
F.-H. Leskow, M.Sc., M.Eng
S. Kale, 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.
P. Kuhn, M.Eng.

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/ WAS-
SER 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 INFRA-
STRUKTURPLANUNG**

Umweltplanung

Dr. Stefan Scheiner;
Audrey Bourgoïn, M.Sc.
Benjamin D. Kraff, M.Sc.

**System of Infrastructure (Teilmodul von
Infrastructure Planning)**

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke
Audrey Bourgoïn, M.Sc.
Benjamin D. Kraff, M.Sc.

**Economic Assessment Methods (Teil-
modul von 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
Benjamin D. Kraff, M.Sc.

**Urban Structures (Teilmodul von Urban
Development and Architecture of Cities)**

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke
Benjamin D. Kraff, M.Sc.

**International Spatial Development and
Planning**

Dr. Svenja Seelinger
Verm.-Ass. Raphael Bretscher, M.Sc.
Kim Nobis, M.Sc.
Jana Stahl, M.Sc.

**Räumliche Entwicklung und Planungs-
praxis**

Prof. Dr.-Ing. habil Jan Hilligardt

**Interdisziplinäres Entwicklungsprojekt
für Infrastrukturlösungen**

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke
Benjamin D. Kraff, M.Sc.

**FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGE-
MENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT**

**Abfalltechnik: Aggregate, Verfahrens-
konzepte und Anlagen**

Dr.-Ing. J. Kannengießer
Dipl.-Kfm. J. Leinert

**Advanced Life Cycle Assessment of
Products and Systems**

Dr. A. Lopes
C. Dierks, M.Sc.

Chemie IV –Instrumentelle Analytik

Dr.-Ing. C. Brockmann
D. Dörder, M.Sc.
L. Xia, M.Sc.

**Chemikaliensicherheit und nachhaltige
Chemie**

Prof. Dr. M. Führ
Dr. S. Kleihauer
Prof. Dr. habil U. Lahl
Dr. 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. J. Kannengießer

**Ingenieurpraktikum Stoffstrommanage-
ment und Ressourcenwirtschaft**

Dr.-Ing. J. Kannengießer

Life Cycle Assessment

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

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

Dr. V. Zeller

Renewable Energies, Energy scenarios and Climate protection

Prof. Dr. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. C. Rohde
S. Hanesch, M.Sc.

Solid Waste Management

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

Transformationsprozesse für eine Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft

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

Umweltmanagement und industrieller Umweltschutz

Prof. Dr. L. Schebek,
Prof. Dr. A. Ahsen
S. Hanesch, M.Sc.
Dipl.-Wirtsch.-Ing. L. Göllner-Völker

Umweltwissenschaften an der TU Darmstadt

Prof. Dr. L. Schebek
und verschiedene Dozenten
A. Güldemund, M.Sc.
T. Hagedorn, 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
C. Kim, Ph.D.

Interdisziplinäres Projekt Bau und Umwelt (IPBU)

Prof. Dr. rer. nat. H. V. Lutze
M. Jütte, 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
J. Mosbach, M. Sc.

Wassertechnik und Wassermanagement für aride Zonen

Dr.-Ing. M. Zimmermann
A. Zettl

Nachhaltige Wasserversorgungswirtschaft

Dr.-Ing. M. Zimmermann
A. Zettl

Wasser in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban
Dr.-Ing. S. Gramel
Dipl.-Ing. A. Grieb
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
- Interdisziplinäres Energieprojekt
- Interdisziplinäres Projekt Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- Interdisziplinäres Projekt für Wirtschaftsingenieure
- 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

English Scientific Writing

Dr. Spittle

Legal Aspects of Water Management

Dr. Hieu

Spatial Planning in Flood Area

Dr. Son / Dr. Van

Water Chemistry and Micobiology

Dr. Luu

VERTIEFUNGSMODULE

Economics of Infrastructure

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

Fundamentals of Waste Technology

Prof. Dr. L. Schebek

Dr.-Ing. J. Kannengießler

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 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

VERTIEFUNGSRICHTUNG RIVER MANAGEMENT

Flood Management

Dr. Doan van Binh

Hydraulic Structures and Modelling

Dr.-Ing. J. Wiesemann

Hydromechanics and Distribution Network

Dr. Doan van Binh

Modelling Details of Hydrosystems

Dr. Song

River Engineering

Dr.-Ing. J. Wieseman

4 Abgeschlossene Promotionen am Institut IWAR



Robert Lutze

„Application of an Anaerobic Membrane Bioreactor for the Treatment of Lipid-rich Sludges“

Referent:

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Jörg Krampe

Tag der mündlichen Prüfung:

21.01.2021

Abgeschlossene Promotionen

Am 21. Januar 2021 verteidigte Herr Dipl.-Ing. Robert Lutze seine Dissertation mit dem Thema „Application of an Anaerobic Membrane Bioreactor for the Treatment of Lipid-rich Sludge“ erfolgreich. Herr Lutze arbeitete von Oktober 2013 zunächst am Fachgebiet Abwassertechnik unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel und nach dessen Ruhestand am Fachgebiet Abwassertechnik unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart bis Ende 2018. Seitdem ist Robert Lutze bei der EnviroChemie GmbH in Roßdorf bei Darmstadt tätig. Im Rahmen seiner Arbeit untersuchte Herr Lutze die Effektivität und Effizienz eines Anaeroben Membranbioreaktors (AnMBR) zur Faulung von Schlämmen mit hohen Fettanteilen, hier insbesondere eines Flo-tatschlamms aus der milchverarbeitenden Industrie. Mit seinen Ergebnissen wies Robert im Pilotmaßstab nach, dass AnMBR eine hohe Prozessstabilität bei gegenüber herkömmlichen Ausschwemmreaktoren (CSTR) reduzierten Volumina aufweisen. Über die Anwendung einer Kinetik 1. Ordnung in Bezug auf das partikuläre Substrat konnte – bei ansonsten identischen Prozessbedingungen von AnMBR und CSTR – die Feststoffverweilzeit in den Reaktoren als entscheidende Prozessgröße identifiziert werden. Die Abbauleistungen von AnMBR und CSTR entsprechen sich bei gleicher Feststoffverweilzeit, jedoch bei gleichzeitig höheren Raumbelastungen des AnMBR von bis zu 11 kg CSBabb/(m³•d). Prozessinstabilitäten und eintretenden Hemmungen wurden durch fortlaufende Messungen der spezifischen methanogenen Aktivität der anaeroben Biomasse erfasst. Für einen wirtschaftlichen Einsatz in technischen Anwendungen müssen die spezifischen Membrankosten weiter gesenkt werden.

Aufgrund der aktuellen Corona-Einschränkungen musste Robert seine Verteidigung online durchführen. Auch die anschließende Doktorhutübergabe erfolgte virtuell. Trotzdem soll die Feier zur erfolgreich bestandenen Prüfung zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

Norman Hembach

„Vergleich ausgewählter Verfahren der weitergehenden Abwasserbehandlung auf Grundlage ihrer Reduktion von mikrobiellen Kontaminationen“

Referentin:

Prof. Dr. Susanne Lackner

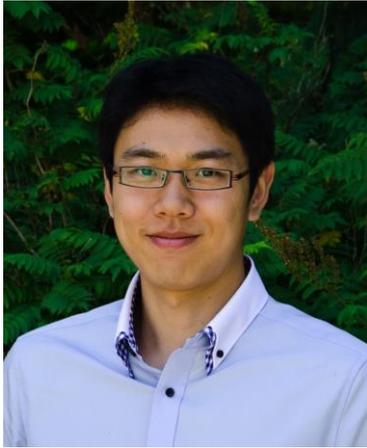
Korreferent:

Prof. Dr. Thomas Schwartz

Tag der mündlichen Prüfung:

05.02.2021

Am 05. Februar 2021 verteidigte Herr Norman Hembach, M.Sc. seine Dissertation mit dem Thema „Vergleich ausgewählter Verfahren der weitergehenden Abwasserbehandlung auf Grundlage ihrer Reduktion von mikrobiellen Kontaminationen“ erfolgreich. Herr Hembach arbeitete im Rahmen seiner Promotion am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in der Gruppe von Prof. Schwartz am Institut für Funktionelle Grenzflächen.



Bingxiang Wang

„Infrastruktur-Konzept Semizentral zur Implementierung in China“

Referent:

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

Tag der mündlichen Prüfung:

07.09.2021

Am 7. September 2021 verteidigte Herr Bingxiang Wang seine Dissertation mit dem Thema „Infrastruktur-Konzept Semizentral zur Implementierung in China“ erfolgreich. Dabei zeigte er die Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung des Konzepts Semizentral innerhalb der bestehenden Planungsprozesse in China und entwickelte Vorschläge für zukünftige Anpassungen. Herr Wang arbeitete von Februar 2014 bis Dezember 2018 am Fachgebiet Landmanagement unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke vor allem im Forschungsprojekt Semizentral, Teilprojekt 3: Ressourceneffiziente und flexible Ver- und Entsorgungsinfrastruktursysteme für schnell wachsende Städte der Zukunft mit. Inzwischen ist er für einen großen deutschen Ausrüster von Kläranlagen tätig.

**Annika Wolff****„Sozio-technischer Wandel durch Europäisierung?“**

Referent:

Prof. Dr.-Ing. Jochen Monstadt

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke

Tag der mündlichen Prüfung:

12.11.2021

Am 12. November 2021 verteidigte Frau Annika Wolff ihre Dissertation mit dem Thema „Sozio-technischer Wandel durch Europäisierung“ erfolgreich. In ihrer Dissertation analysierte sie, welchen Einfluss die Europäische Abfallvermeidungsimpulse auf die Abfallvermeidungspolitik der Städte München und Köln hatte. Frau Wolff arbeitete von April 2013 bis September 2018 am Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung anfangs bis 2016 unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Joachen Monstadt und anschließend unter der kommissarischen Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke. Seitdem ist Frau Wolf für ein einen großen deutschen Energieversorger tätig.

Anhang

Auszug der Schriftenreihe des Instituts IWAR

Schriftenreihe	Veröffentlichung	Autoren	Titel	Preis
IWAR 266	Dissertation	Hembach, Norman	Vergleich ausgewählter Verfahren der weitergehenden Abwasserbehandlung auf Grundlage ihrer Reduktion von mikrobiellen Kontaminationen.	35,- €
IWAR 265	Dissertation	Dao Thi Bich, Van	Modification of the Canadian Water Quality Index – Case study assessment of groundwater quality in Mekong Delta, Vietnam.	35,- €
IWAR 264	Dissertation	Alejo Alvarez, Luz Daniela	On a deeper understanding of data-driven approaches in the current framework of wastewater treatment: looking inside the black-box	35,- €
IWAR 263	Dissertation	Mrani, Othman:	Integration von Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung in einer deskriptiven multikriteriellen Entscheidungsanalyse zum Zweck der Bewertung von innovativen Technologiekonzepten.	35,- €
IWAR 262	Dissertation	Cao, Yingchen:	Numerical Investigation of the Aeration Process in the MBR System equipped with a Flat Sheet Membrane Module.	35,- €
IWAR 261	Dissertation	Orschler, Laura:	Developing a framework for microbial community analysis for wastewater treatment systems.	35,- €

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

Ansprechpartner: Vera Soedradjat (Informationen hierzu sind auf der Webseite des Fördervereins 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 - WAR Abwassertechnik - 22. April 2004	vergriffen
1	Neue Wege der Schlammbehandlung - Desintegration von Klärschlamm 1. Infotag - WAR Abwassertechnik - 15. Mai 2003	vergriffen

Ansprechpartner: Vera Soedradjat (Informationen hierzu sind auf der Webseite des Fördervereins www.iwar-förderverein.de enthalten)