



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



IWAR

Tätigkeitsbericht 2024



Impressum

Herausgeber:

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut IWAR

FG Abwassertechnik
FG Umweltanalytik und Schadstoffe
FG Wasser und Umweltbiotechnologie
AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

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:

Janis Wilbert,
Carrie Moore, Qi Li, Marcel Reusing, Niklas Scholliers, Lara Schreiber, Kira Zachmann

20. Juni 2025, Darmstadt

Vorwort

Auch im Jahr 2024 hat sich am Institut IWAR wieder viel getan – und das nicht nur optisch, sondern natürlich auch inhaltlich. So ergibt sich seit der Schließung zweier Fachgebiete im Jahr 2023 eine neue Organisationsstruktur und Zusammensetzung des Institutes IWAR. Passend hierzu erscheint der Tätigkeitsbericht dieses Jahr in einem neuen, frischeren und moderneren Design. Auch in unserer Forschungsarbeit hat sich viel bewegt. Alte Projekte konnten abgeschlossen werden und neue Projekte konnten gestartet werden. Wir freuen uns, Ihnen in diesem Bericht spannende Einblicke in unsere Projekte, Entwicklungen und Erfolge geben zu können.

Eine der größten strukturellen Veränderungen: Das Institut besteht seit diesem Jahr offiziell nur noch aus drei Fachgebieten und einer Arbeitsgruppe statt zuvor insgesamt sechs Fachgebieten. Diese Neustrukturierung hat die Arbeitsweise verändert und setzt den Fokus neu im (Ab-)Wasserbereich. An den verschiedenen Fachgebieten wurden im Berichtsjahr 2024 insgesamt 22 Forschungsprojekte bearbeitet. Neben einem fachgebiets- und drei fachbereichsübergreifenden Projekten wurden am IWAR auch nationale und internationale Vorhaben 2024 bearbeitet.

Das vielfältige Institutsleben wird Ihnen in den instituts- und fachgebietspezifischen Neuigkeiten präsentiert. So gab es 2024 traditionelle Veranstaltungen wie die Kontaktbörse Students meet Business, Doktorandenseminare der Fachgebiete, bei denen über die jeweilige Außendarstellung wie die Webseite, Neukonzeptionierung der Lehre und strategische Ausrichtungen diskutiert wurde, aber auch viele neue Veranstaltungen und Konferenzbeiträge.

Das Institut IWAR und die verschiedenen Fachgebiete und Arbeitsgruppen engagierten sich auch 2024 wieder mit einer breiten Palette an Lehrveranstaltungen für die Studierenden des Fachbereichs 13 der Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, des Fachbereichs 11 der Geowissenschaften sowie an der vietnamesischen Partneruniversität VGU. Auch die zahlreichen betreuten Abschlussarbeiten zeugen vom Interesse der Studierenden am Arbeitsfeld des Instituts IWAR.

Insgesamt fünf Promotionen konnten im Jahr 2024 abgeschlossen und erfolgreich verteidigt werden. Während wir somit einige Mitarbeitende verabschieden mussten, die sich neuen beruflichen Herausforderungen widmen, konnten wir auch zahlreiche neue Kolleginnen und Kollegen mit spannenden Projekten am Institut willkommen heißen.

Eine weitere, bedeutende personelle Veränderung erlebte das Institut in der Verabschiedung des langjährigen Geschäftsführers, Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner, in den Ruhestand. Seine engagierte Arbeit hat das Institut über viele Jahre hinweg maßgeblich geprägt. Seine Nachfolge als Geschäftsführer des Institutes IWAR tritt Prof. Dr. Susanne Lackner an.

Wie auch in den vergangenen Jahren möchten wir mit dieser Ausgabe unseres Tätigkeitsberichts unseren Dank an alle Persönlichkeiten, Institutionen und Unternehmen ausdrücken, die das Institut IWAR im Jahr 2024 gefördert und vorangebracht haben.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und informative Lektüre und hoffen, dass wir Sie auch in diesem Jahr wieder für unserer Arbeit am IWAR begeistern können.

Inhalt

| | |
|--|-----------|
| IMPRESSUM | II |
| VORWORT | 3 |
| 1. INSTITUT IWAR | 5 |
| 1.1 ORGANISATION DES INSTITUTS | 5 |
| 1.2 ENTWICKLUNGEN DES INSTITUTS | 6 |
| 1.3 DATEN UND FAKTEN DES INSTITUTS | 7 |
| 1.4 AUFGABENFELDER UND ZUSAMMENARBEIT DER FACHGEBIETE | 8 |
| 1.5 NEUIGKEITEN, PREISE UND AUSZEICHNUNGEN AM INSTITUT | 10 |
| 1.6 ABGESCHLOSSENE PROMOTIONEN AM INSTITUT IWAR | 14 |
| 1.7 FACHGEBIETS- UND FACHBEREICHSÜBERGREIFENDEN FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN | 16 |
| 2 FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK | 21 |
| 2.1 NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET | 22 |
| 2.2 FORSCHUNGSPROJEKTE DES FACHGEBIETS | 23 |
| 2.3 WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, KONFERENZEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN | 29 |
| 3 FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE | 30 |
| 3.1 NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET | 31 |
| 3.2 FORSCHUNGSPROJEKTE DES FACHGEBIETS | 37 |
| 3.3 WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, KONFERENZEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN | 42 |
| 4 FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE | 44 |
| 4.1 NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET | 45 |
| 4.2 FORSCHUNGSPROJEKTE DES FACHGEBIETS | 48 |
| 4.3 WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, KONFERENZEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN | 55 |
| 5 ARBEITSGRUPPE STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT | 58 |
| 5.1 NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET | 60 |
| 5.2 FORSCHUNGSPROJEKTE DES FACHGEBIETS | 61 |
| 5.3 WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, KONFERENZEN UND VERÖFFENTLICHUNGEN | 69 |
| 6 LEHRANGEBOT AM INSTITUT IWAR 2024 | 73 |
| 6.1 LEHRANGEBOT IM BACHELORSTUDIUM | 73 |
| 6.2 LEHRANGEBOT IM MASTERSTUDIUM | 74 |
| 6.3 INTERDISziPLINÄRE LEHRVERANSTALTUNGEN | 75 |
| 6.4 VGU MASTERSTUDIENGANG „WATER TECH“ | 76 |
| ANHANG | 77 |

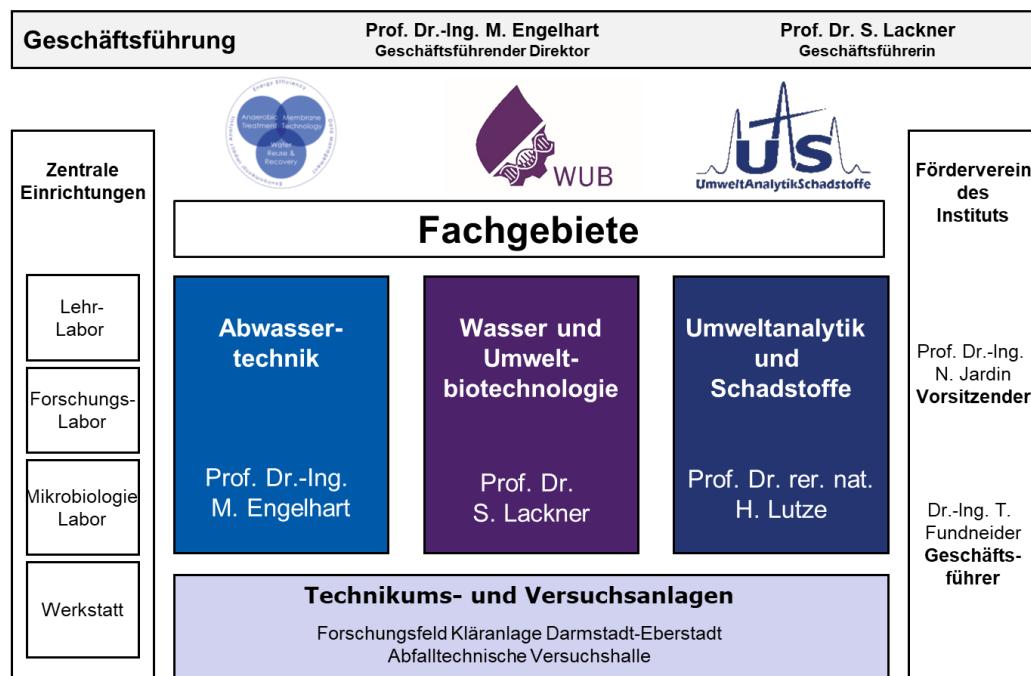
1. Institut IWAR

Das Institut IWAR ist eines von 16 Instituten am Fachbereich 13 „Bau- und Umwelt ingenieurwissenschaften“ der Technischen Universität Darmstadt. Das Institut setzte sich aus den Fachgebieten Abwassertechnik, Wasser und Umweltbiotechnologie, Umweltanalytik und Schadstoffe sowie der Arbeitsgruppe Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft zusammen.

1.1 Organisation des Instituts

Das Institut wird durch ein Direktorium geleitet, welches sich aus den Professorinnen und Professoren sowie je eine Vertretung der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen, der sonstigen Mitarbeitenden und der Studierenden zusammensetzt. Den Vorsitz übernimmt die geschäftsführende Person, die in der Regel für zwei Jahre gewählt wird. Diese setzt die vom Direktorium gefassten Beschlüsse um und übernimmt die Vertretung der geschäftsführenden Leitung.

IWAR

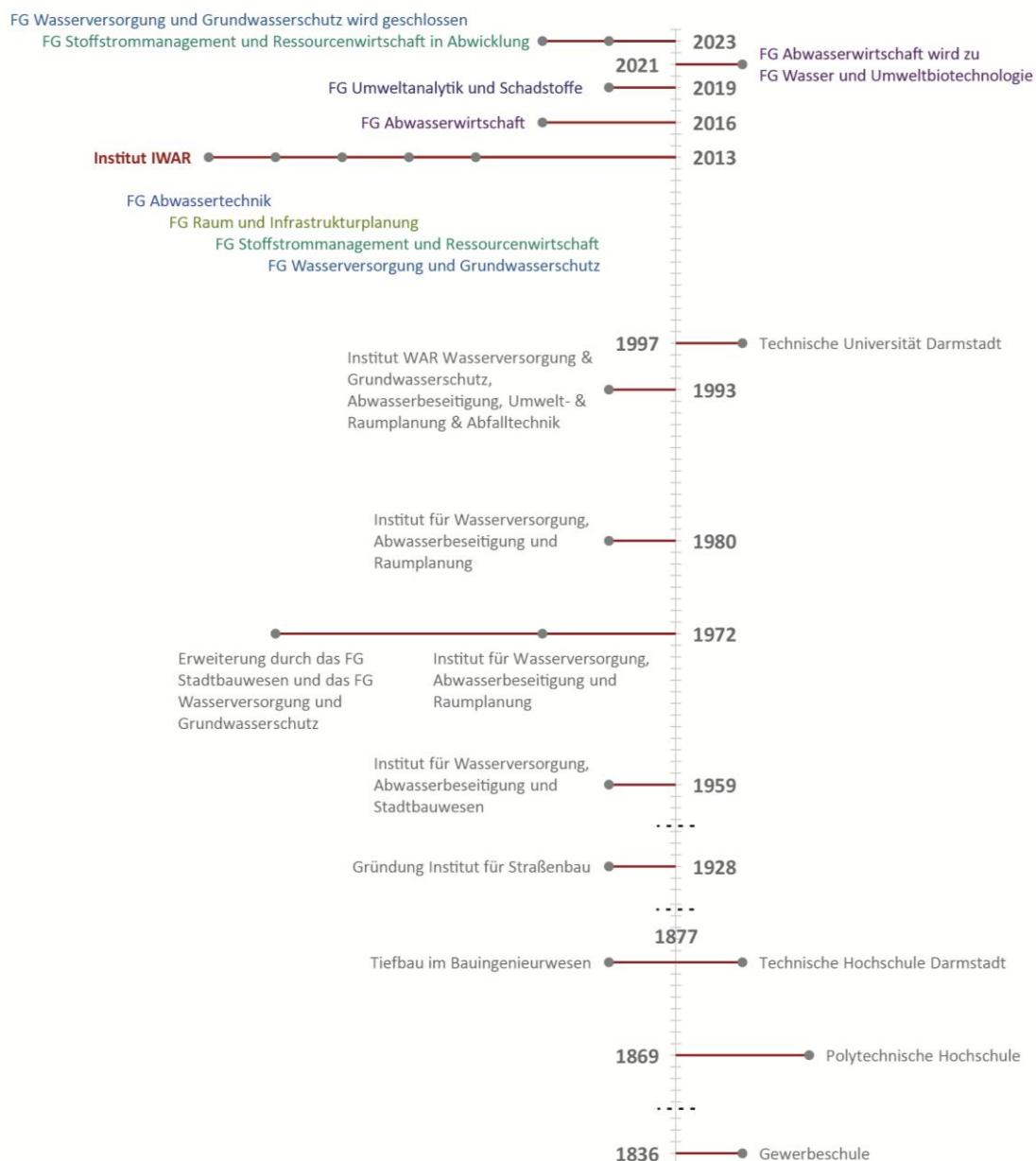


Neben den drei Fachgebieten verfügt das Institut über ein eigenes Forschungslabor und ein separates Lehrlabor für ein breites analytisches Spektrum zur Begleitung von Forschungsprojekten, Abschlussarbeiten und Lehre. Dem Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie ist ein mikrobiologisches Labor angeschlossen.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

4 Fachgebiets- und fachbereichsübergreifende Forschungsprojekte

Laufende Forschungsprojekte im

8 FG Abwassertechnik

6 FG Wasser und Umweltbiotechnologie

8 FG Umweltanalytik und Schadstoffe

9 AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft



Personalbestand

3 Professorinnen und Professoren

1 Gastprofessorinnen und –professoren sowie Honorarprofessoren

1 Athene Young Investigator

2 Lehrbeauftragte (inkl. promovierte WiMis mit Lehrauftrag)

38 Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

5 Stipendiaten

0 Hilfswissenschaftlerinnen und Hilfswissenschaftler mit Abschluss

3 Administrative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

6 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Labor und in der Werkstatt

Studierendenzahlen Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

651 Immatrikulationen im Bachelor WS 2024/2024

783 Immatrikulationen im Master WS 2024/2025

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 drei Fachgebiete und eine Arbeitsgruppe setzen ihre gebündelte Kompetenz sowohl in gemeinsamen Forschungsprojekten als auch in der Lehre ein. Die angegliederte Werkstatt sowie Labor- und Versuchseinrichtungen unterstützen das Institut bei praktischen und analytischen Problemstellungen.

2024 arbeitete das Institut an drei **fachbereichsübergreifenden Forschungsprojekten** und einem **gemeinsamen Forschungsprojekt** (siehe [Kap. 1.7](#)). Das Forschungsprojekt RePhoRM beschäftigt sich mit Konzepten zur technologischen und strategischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammassen im Rhein-Main-Gebiet. Gemeinsam mit dem Fachgebiet Microbial energy conversion & biotechnology am Fachbereich Biologie und der Arbeitsgruppe „Smart Membranes“ am Ernst-Berl-Institut für Technische und Makromolekulare Chemie wird an weiteren spannenden Projekten gearbeitet.

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

Das **Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie** beschäftigt sich mit grundlegenden und praxisorientierten Fragestellungen der (Ab-)Wasserbehandlung und Umweltbiotechnologie. Im Fokus stehen insbesondere innovative technische Lösungen für die Elimination von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) und verfahrenstechnische Ansätze für die Reduzierung von weiteren Schadstoffgruppen, wie organische Spurenstoffe und mikrobielle Kontamination. Neben den Untersuchungen und Entwicklungen neuer Technologien, wie beispielsweise membranbasierten Biofilmverfahren im labor- und halbtechnischen Maßstab, werden mathematische Simulation von grundlegenden biochemischen Prozessen bis hin zu kompletten Kläranlagen durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der interdisziplinären Forschung an der Schnittstelle zwischen den Ingenieurwissenschaften und der Umweltmikrobiologie. Durch den Einsatz von hochmodernen, molekulärbiologischen Methoden können biologische Systeme z.B. in der Abwasserbehandlung besser verstanden und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Stabilität im Betrieb nachhaltig optimiert werden. Neben dem Einsatz molekularer Methoden zum Verständnis der biologischen Systeme in der Abwasserbehandlung ist die Abteilung bundesweit an der Gesundheitsüberwachung von Krankheitserregern wie Influenza, SARS-CoV-2 und antibiotikaresistenten Bakterien in Abwässern beteiligt.

Das **Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe** beschäftigt sich mit den chemischen und physikalisch-chemischen Prozessen sowie dem Verhalten von Schadstoffen in der aquatischen Umwelt. Die Themenfelder unterteilen sich in die Bestimmung von Schadstoffen in der aquatischen

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

Der Forschungsgegenstand der **Arbeitsgruppe 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 für die Technologieentwicklung, aber auch für langfristige Strategieentwicklungen im Bereich von Wirtschaft und Politik bereitgestellt.

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

Vorstandssitzung und Mitgliederversammlung

Mit großer Freude blicken wir auf die 27. Mitgliederversammlung und das anschließende Mitgliedertreffen zurück, die sich als lebendige Plattformen für Austausch, Rückblicke und anregende Diskussionen erwiesen haben.

Die Versammlung begann mit einem Rückblick auf die vergangenen zwei Jahre und die zentralen Aktivitäten des Vereins. Besonders erfreulich war der Bericht aus dem Institut über die zahlreichen Projekte und Publikationen. Im Rahmen der Vorstandswahlen gab es ebenfalls Veränderungen. Ab dem 1. Januar 2025 erhält der IWAR-Förderverein Verstärkung durch neue Gesichter im Vorstand. Auf der 27. Mitgliederversammlung wurden Dr.-Ing. Carola Zeig, Luisa Barkmann-Metaj, M. Eng., Dr.-Ing. Tobias Gunkel-Lange und Prof. Dr.-Ing. Stefan Krause in den Vorstand gewählt. Alle neuen Vorstandsmitglieder sind bereits langjährige, engagierte Vereinsmitglieder und haben als wissenschaftliche Mitarbeitende das Institut und das Institutsleben maßgeblich mitgestaltet. Wir freuen uns sehr, sie nun im Vorstand willkommen zu heißen und wünschen ihnen einen erfolgreichen Start. Auf die Zusammenarbeit und die neuen Impulse, die sie einbringen werden, sind wir sehr gespannt! Gleichzeitig möchten wir uns herzlich bei Dr.-Ing. Carsten Ott für sein langjähriges, herausragendes Engagement und seine aktive Unterstützung bedanken. Seit 2012 war er ein wertvolles Mitglied des Vorstands und übernahm ab 2018 das Amt des stellvertretenden Vorsitzenden. Wir sind dankbar für seinen unermüdlichen Einsatz und sein Engagement.

Im Anschluss an die Versammlung fand das Mitgliedertreffen statt, das unseren Mitgliedern die Gelegenheit bot, in entspannter Atmosphäre Kontakte zu knüpfen und sich über aktuelle Themen und künftige Projekte auszutauschen. Die regen Gespräche und inspirierenden Diskussionen zeigten einmal mehr, wie wichtig diese Treffen für die Vernetzung sind und wie sehr der Verein vom Wissen und Engagement seiner Mitglieder profitiert. Wir bedanken uns bei allen Teilnehmenden und freuen uns mit diesem Rückenwind auf ein erfolgreiches neues Jahr voller spannender Projekte und gemeinsamer Fortschritte.

Danksagung

Außerdem bedankt sich das gesamte Institut sehr herzlich beim Förderverein für die großzügige finanzielle Unterstützung auch im Jahr 2024 wie die Bezuschussung zum Drucken von Promotions und der Veranstaltung von Doktorandenseminaren.



Ehemaligentreffen mit Buffet im Anschluss zur Vorstandssitzung
(Bild: Vera Soedradjat)

NEUIGKEITEN AUS DEM IWAR

Students meet Business



Studierende informieren sich beim Students meet Business (Bild: Vera Soedradjat)

Am 11. Juni 2024 öffnete das Institut IWAR seine Türen für die jährliche Kontaktbörse „Students meet Business“ – ein Event, das Studierenden Einblicke in die Praxis bietet und den Austausch mit potenziellen Arbeitgebenden ermöglicht. Gemeinsam haben Herr Prof. Dr. Holger Lutze (Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe), Frau Prof. Dr. Susanne Lackner (Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie) und Herr Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart (Fachgebiet Abwassertechnik) ein spannendes Programm auf die Beine gestellt. In verschiedenen Vorträgen präsentierten Redner:innen aus der Wirtschaft – darunter Vertreter:innen von EnviroChemie GmbH, Weber-Ingenieure GmbH, Evonik Operations GmbH und Hydro-Ingenieure – sowie der Hochschule Darmstadt und der Fachschaft ihre Arbeit und Möglichkeiten für Studierende. Das Highlight der Veranstaltung war der intensive Austausch beim „Meet and Connect“. Hier konnten Studierende mit weiteren Unternehmen und Behörden wie CDM Smith, dem Regierungspräsidium Darmstadt, der Stadtentwässerung Frankfurt, der Deutschen Abwasser-Reinigungs-Gesellschaft mbH Berlin und aquadrat ingenieure in Kontakt treten. Ob Praktika, Werkstudierendentätigkeiten oder Abschlussarbeiten – die Teilnehmenden hatten Gelegenheit, erste Netzwerke zu knüpfen und konkrete Fragen zu ihren beruflichen Perspektiven zu stellen.

Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

Am 15. April 2024 verabschiedete sich Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner vom Institut IWAR. Neben aktiven Mitarbeitenden des Institutes kamen viele ehemalige Weggefährte:innen und Geschäftspartner:innen zu seinem Sektempfang im Foyer des Gebäudes L5 01. Nach über 40 Jahren am Institut IWAR beginnt für Herrn Wagner nun der wohlverdiente Ruhestand, in dem er aber noch ein paar Stunden im Monat für die Betreuung der VGU (Vietnamesische German University) tätig sein wird. Er bleibt uns also weiterhin verbunden. Sein Amt als Geschäftsführer des Instituts IWAR übernimmt Prof. Dr. Susanne Lackner.

Wir wünschen ihm alles Gute für den neuen Lebensabschnitt!



Übergabe Geschenk an Prof. Martin Wagner
(Bild: E. Starck)

Internationale Lehre an der VGU in Vietnam

Mit der im Jahr 2011 gegründeten strategischen Partnerschaft zwischen Deutschland und Vietnam wird auch die Forschungs- und Bildungslandschaft von Deutschland mit Staaten im Indo-Pazifik-Raum zunehmenden vernetzt. Für die Förderung der Zusammenarbeit wurde die Vietnamese-German-University (VGU) gegründet und nach dem deutschen Universitätsmodell aufgebaut. Hierfür werden im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie des hessischen Kultusministeriums Lehrkräfte aus Deutschland entsendet.

Das Institut IWAR lehrt in dem von der Technischen Universität Darmstadt an der VGU angebotenen englischsprachigen Masterstudiengang „Water Technology, Water Reuse and Water Management“ (s.a. Kap. [6.4](#)). Durch die interaktive Gestaltung der Veranstaltung, aber auch gemeinsame Mittagspausen fand ein reger und sehr konstruktiver Austausch statt, der nicht nur Wissen vermittelt, sondern auch gegenseitige Einblicke in die jeweils andere Kultur eröffnet hat.

Im Oktober 2024 besuchte daher Herr Dr.-Ing. Shelesh Agrawal Vietnam, um ein wegweisendes Projekt zur abwasserbasierten Epidemiologie in Zusammenarbeit mit vietnamesischen Partnern voranzutreiben. Ein zentraler Bestandteil seines Besuchs war die Besichtigung des hochmodernen Zentrallabors sowie des VG-Care-Molekularlabors im Militärkrankenhaus in Hanoi. Diese Einrichtungen beeindrucken durch eine fortschrittliche Infrastruktur, die automatisierte Probenbearbeitung, PCR-Analysen und serologische Tests umfasst, mit einem besonderen Fokus auf die Diagnostik von Infektionen und Antibiotikaresistenzen.



Dr.-Ing. Shelesh Agrawal, Prof. Martin Wagner und Prof. Viet-Anh von der Hanoi University of Science and Technology. (Bild: Shelesh Agrawal)

Während seines Aufenthalts führte Herr Agrawal strategische Gespräche mit Herrn Prof. Viet-Anh von der Hanoi University of Science and Technology sowie Herrn Prof. Martin Wagner, um künftige Forschungskooperationen im Rahmen des One-Health-Ansatzes zu stärken. Darüber hinaus besuchte er die Vietnam-German-University, um mögliche Kooperationsprojekte im Mekong-Delta zu evaluieren, und hielt Vorträge im Rahmen des Trinkwasser-Kurses des Wintersemesters. Diese Reise unterstreicht Herrn Agrawals Engagement für den Ausbau internationaler Partnerschaften zur Förderung nachhaltiger und innovativer Forschung.

Wir bedanken uns bei der VGU in Vietnam für die Möglichkeit, mit unserer Lehre einen Beitrag zum fachlichen Austausch und der Weiterentwicklung der Forschungs- und Bildungskooperation zu leisten.



Die hochmoderne Laboreinrichtung im Militärkrankenhaus in Hanoi beeindruckt mit einem vollständig automatisierten Arbeitsablauf.
(Bild: Shelesh Agrawal)

Gründung der Akademie Ausgezeichnete Hochschullehre: Eine neue Heimat für innovative Lehre in Deutschland



Gründung Akademie Ausgezeichnete Hochschullehre. (Bild: Christiane Brockmann)

Von 2011 bis 2021 haben der Stifterverband und die Baden-Württemberg Stiftung im Programm „Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre“ bundesweit Hochschullehrende für ihre Unterrichtskonzepte ausgezeichnet und gefördert. Auf dem Weg in eine dauerhafte Struktur haben die Fellows – an der TU Darmstadt vertreten durch PD Dr. Ulrike Homann (FB 10) und Dr. Christiane Brockmann (FB 13) – nun die Akademie Ausgezeichnete Hochschullehre gegründet. Durch die Akademie erhält das Netzwerk, das über viele Jahre einen interdisziplinären und kollegialen Austausch ermöglichte, einen institutionellen Rahmen, um exzellente Lehrformate und innovative Ansätze in der Hochschullehre dauerhaft zu fördern und sichtbar zu machen.

Die Gründung der Akademie mit über zwanzig Fellows fand an der SRH Hochschule Heidelberg statt und wird durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre sowie den Stifterverband unterstützt, der zugleich Gründungsmitglied ist. Ziel der Akademie ist es, herausragende Lehrende zu vernetzen und den interdisziplinären Austausch zur Weiterentwicklung der Hochschullehre zu fördern. Bettina Jorzik, langjährige Programmleiterin des Fellowship-Programms, hob die Bedeutung dieser Gründung hervor: „Es ist ein wichtiger Schritt, um die Sichtbarkeit exzellenter Lehre zu erhöhen und eine nachhaltige Plattform für den Austausch und die Weiterentwicklung guter Lehre zu schaffen.“

Dr. Hannes Saas, Vorsitzender des Vorstands der Akademie, skizzierte die zukünftigen Ziele der Akademie: „Wir werden ein lebendiges Netzwerk schaffen, das Lehrinnovationen gezielt anstößt und weiterentwickelt. Unser Ziel ist eine dynamische Lernumgebung, in der kreative Ideen nicht nur gefördert, sondern auch geteilt werden. Durch regelmäßige Fachtagungen, Publikationen und die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen und anderen Bildungseinrichtungen wollen wir die Qualität der Hochschullehre langfristig verbessern und den Diskurs über exzellente Lehre in Deutschland aktiv mitgestalten.“

Ein erster Meilenstein wird die Lehr-Lern-Konferenz mit Verleihung des Ars Legendi-Preises am 13. März 2025 in Heilbronn sein, die sich dem Thema „Lernräume“ widmet. Die Akademie leistet damit einen wertvollen Beitrag zur Qualitätssteigerung und Professionalisierung der Lehre in Deutschland – zum Wohle der Studierenden und der Hochschulen gleichermaßen. Neben weiteren Informationen finden Sie auf der [Homepage](#) der Akademie Ausgezeichnete Hochschullehre auch eine Ausschreibung zur Bewerbung auf Mitgliedschaft.

1.6 Abgeschlossene Promotionen am Institut IWAR



Sina Herceg

„Assessment of the ecological lifetime of photovoltaic systems considering aging effects, end-of-life and early replacement“

DOI: [10.26083/tuprints-00026735](https://doi.org/10.26083/tuprints-00026735)

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke

Tag der mündlichen Prüfung:

29.01.2024

Tobias Blach

„Aerobic and Electrochemical Treatment of Process Water from Hydrothermal Carbonization of Sewage Sludge“

DOI: [10.26083/tuprints-00027356](https://doi.org/10.26083/tuprints-00027356)

Referent:

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Korreferentin:

Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz

Tag der mündlichen Prüfung:

25.04.2024



Susanne Hanesch

„Erweiterung der Ökobilanzierung zur Bewertung zukünftiger Umweltauswirkungen von neuartigen Transporttechnologien am Beispiel elektrifizierter Flugzeuge“

DOI: [10.26083/tuprints-00027572](https://doi.org/10.26083/tuprints-00027572)

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Oetting

Tag der mündlichen Prüfung:

13.05.2024

Robin Barkhausen

„Advancing the understanding and impact assessment of circular economy product legislation in the European Union“

DOI: [10.26083/tuprints-00027751](https://doi.org/10.26083/tuprints-00027751)

Referentin:

Dr. Sc. Vanessa Zeller

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde

Tag der mündlichen Prüfung:

24.06.2024

**Ramona Simon**

„Current to clean water – Optimizing the efficiency of electrochemical advanced oxidation processes with boron doped diamond electrodes“

Referentin:

Prof. Dr. Susanne Lackner

Korreferent:

Dr. Markus Stöckl

Tag der mündlichen Prüfung:

30.09.2024



1.7 Fachgebiets- und Fachbereichsübergreifenden Forschungstätigkeiten

Im Folgenden werden zuerst die fachgebiets- und fachbereichsübergreifenden Forschungsvorhaben beschrieben, die Forschungstätigkeiten der Fachgebiete und Arbeitsgruppe werden in den jeweiligen Kapiteln präsentiert. Insgesamt ein fachgebietsübergreifendes, drei fachbereichsübergreifende und 26 fachgebietsbezogene Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden im Berichtsjahr 2024 am Institut IWAR betreut. Dies wurde maßgeblich durch die Unterstützung verschiedener Fördergeber ermöglicht, den wir auch dieses Jahr wieder danken:

Die Förderung der Forschungsprojekte erfolgte durch das European Union LIFE programme, die Europäische Kommission, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), die Förderinitiative für interdisziplinäre Forschung (FiF), die Fritz und Margot Faudi-Stiftung, die Willy-Hager-Stiftung, die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), das Robert Koch-Institut, der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD), Unite! seed fund, das China Scholarchip Council (CSC), AiF ZIM und MANN + HUMMEL.

Die fachgebiets- und fachbereichsübergreifenden Forschungstätigkeiten am Institut IWAR gliedern sich in folgende vier Forschungsprojekte:

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, eine technologische sowie organisatorische Verbundlösung für das Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet zu erarbeiten und großtechnisch umzusetzen.

Funktionalisierung von Membranoberflächen

Mitarbeitende am Fachgebiet Abwassertechnik forschen in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Smart Membranes“ am Fachbereich Chemie zur Membranfunktionalisierung zur selektiven Entfernung von Mikroverunreinigungen in der Wasserwiederverwendung.

Reduktion der Lachgasemissionen auf Kläranlagen

In dem DFG-geförderten Projekt zur Reduktion von Lachgasemissionen forschen Mitarbeitende am Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Microbial energy conversion & biotechnology“ am Fachbereich Biologie zu Lachgas-atmenden Bakterien und welches Potential diese bei der Anwendung auf Kläranalgen für eine zur Reduzierung der Lachgasemissionen haben könnten.

Nachhaltige und flexible Grundwasserbewirtschaftung in der Metropolregion Rhein-Main

Mitarbeitende am Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe forschen in Zusammenarbeit in einem Projekt der Arbeitsgruppe „Hydrogeologische Modellierung“ am Fachbereich Geologie zum Thema nachhaltige und flexible Grundwasserbewirtschaftung in Ballungszentren der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main. In dem vom BMBF geförderten Projekt werden unter anderem das Verhalten von Mikroschadstoffen in Bodensäulenversuchen erforscht, mit dem Ziel diese Erkenntnisse in ein Wassersystemmodell einfließen zu lassen.

1.7.1 RePhoRM

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

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.07.2020 – 31.05.2023 (Phase I)
– 30.06.2026 (Phase II)

Webseite: <https://www.bmbf-rephor.de/verbundprojekte/rephorm/>

Das Projekt RePhoRM zielt darauf ab, eine technologische und organisatorische Lösung für das Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet zu entwickeln und umzusetzen. Im Kern baut das Projekt auf dem PHOS4green-Verfahren auf, das die Herstellung von Düngemittelgranulat aus Klärschlammmasche ermöglicht. Eine wesentliche Erweiterung dieses Verfahrens ist die Entfernung von Schwermetallen, um Nachhaltigkeit und die Einhaltung von Umweltstandards zu gewährleisten.

Ein bedeutender Meilenstein wurde 2024 erreicht, als die ersten Versuche im Pilotmaßstab im Industriepark Höchst bei Infraserv durchgeführt wurden. Diese Versuche, die vom 5. bis 16. August stattfanden, konzentrierten sich auf die Erprobung verschiedener Einsatzstoffverhältnisse, um die Prozesseffizienz in größerem Maßstab zu bewerten und grundlegende ingenieurtechnische Aspekte zu berücksichtigen. Die Ergebnisse zeigten, dass das Design Schwermetalle effektiv aus der Asche entfernt und eine Phosphorrückgewinnungsrate von über 80 Prozent erreicht. Dieser recycelte Phosphor kann anschließend über das PHOS4green-Verfahren von Glatt in verschiedene Düngemittelqualitäten umgewandelt werden – ein entscheidender Schritt hin zu einer großtechnischen Phosphorrückgewinnung und nachhaltigen Ressourcennutzung.

Die ersten Versuche ermöglichen eine zweite Versuchphase Anfang 2025, um die Schwermetallfällung zu optimieren und Rohstoffe für die Granulierung von Düngemitteln zu produzieren. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass Einsparungen durch die Wiederverwendung von Waschwasser im Labormaßstab möglich sind, was in der nächsten Phase untersucht wird. Abhängig von den Ergebnissen der zweiten Phase kann entweder eine dritte Versuchsreihe durchgeführt oder direkt ein neues Arbeitspaket – AP 2.3 Großtechnische Umsetzung des Phosphorrecyclings – gestartet werden.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Chunyu Miao, M.Sc.
Dr. Sc. Vanessa Zeller



Fachgebiet Abwassertechnik

Ibrahim Sharifov, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart



Filterkuchen nach der Filtration in der Pilotanlage im Industriepark Höchst (Bild: I. Sha-

1.7.2 Funktionalisierung von Membranoberflächen

Membranfunktionalisierung zur selektiven Entfernung von Mikroverunreinigungen in der Wasserwiederverwendung

Fördergeber: Fritz und Margot Faudi-Stiftung

Förderzeitraum: 01.01.2021 – 30.04.2025

Webseite: [-](#)

Das Forschungsprojekt der Faudi-Stiftung läuft zurzeit gut mit einer Reihe erfolgreicher Vorversuche. Nach regelmäßigen Wartungen sind der Dip-Coater und das SurPASS 3 Zeta-Potentialmessgerät in der Lage, einen gezielten Prozess ohne Probleme durchzuführen. Auf der Basis von Vorversuchen wurden viele Einzelheiten und Parameter für den Beschichtungsprozess sowie für die Filtration festgelegt, wie z.B. die Vorbehandlung der Membran, die Temperaturregelung des Beschichtungsprozesses und weitere wichtige Faktoren. Dadurch lässt sich die Membranmodifikation auf einer Cellulose-Acetate Membran stabil und reproduzierbar durchführen. Darüber hinaus zeigen Ergebnisse der Vorversuche, dass gezielte Änderungen bestimmter Parameter auch die gezielten Auswirkungen auf eine selektive Entfernung von positiv und negativ beladenen Mikroverunreinigungen ermöglichen können. Im nächsten Schritt sind einerseits Versuche zu wiederholen, um die vorherigen Ergebnisse zu validieren, andererseits sind zusätzliche Charakterisierungsversuche zur Darstellung der Veränderung der Membran vorgesehen.



Fachgebiet Abwassertechnik

Hongkang Li, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Ernst-Berl-Institut für Technische und Makromolekulare Chemie Arbeitsgruppe „Smart Membranes“

Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen
Surya Suresh Puthenpurackal,
M.Sc.



Tauchbeschichtung einer Cellulose-Acetat-Membran
(Bild: Hongkang Li)

1.7.3 Reduktion von Lachgasemissionen auf Kläranlagen

Reduzierung von Lachgasemissionen auf Kläranlagen durch lachgasatmende Bakterien

Fördergeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderzeitraum: 01.08.2023 – 31.07.2026

Webseite: [-](#)



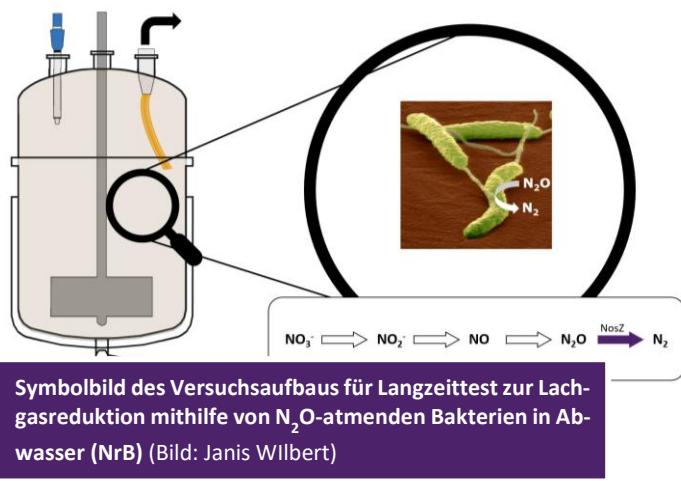
Fachgebiet Wasser und Umwelt-biotechnologie

Janis Wilbert, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Susanne Lackner

Fachbereich Biologie, Fachgebiet Microbial energy conversion & biotechnology

Prof. Dr. Jörg Simon
Julia Polat, M.Sc.

Mit dem DFG-Projekt „Reduzierung von Lachgasemissionen aus Kläranlagen durch lachgasatmende Bakterien (NrB)“ sollen verschiedene NrB und deren Anwendbarkeit zur Verminderung von Lachgas(N_2O)-Emissionen aus Kläranlagen untersucht werden. Es soll auf den ersten Ergebnissen, die im Rahmen des „Forum interdisziplinäre Forschung (FiF)“-Projekts des Fachgebiets Wasser und Umweltbiotechnologie zu lachgasreduzierenden Bakterien erzielt wurden, aufgebaut und weitere Forschungserkenntnisse gewonnen werden. Die beiden Hauptziele des DFG-Projekts sind (i) die Identifizierung der am besten geeigneten NrB für diese Aufgabe und (ii) die Anwendung dieser Organismen unter Bedingungen, die für die Abwasserbehandlung realistisch sind. Hierfür werden Reaktoren im Labormaßstab betrieben, um in Kurz- und Langzeitexperimenten die Auswirkung von anwesendem gelöstem Sauerstoff, unterschiedlichen N_2O - und Nitrat-Konzentrationen auf NrB zu untersuchen. Mithilfe dieser Untersuchungen soll eine erste Eignungs-bewertung hinsichtlich der Verwendung von NrB unter Abwasserbedingungen und der Implementierung von NrB in Abwasserbehandlungssystemen möglich werden und dazu beitragen, die noch nahezu unerforschte natürliche Ressource der NrB zu nutzen. Ebenfalls soll die Frage des Einflussfaktors von verschiedenen Kohlenstoffquellen auf den Abbau von Lachgas untersucht werden. Zur Untersuchung der interdisziplinären Fragestellungen arbeiten das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie von Prof. Dr. Susanne Lackner und das Fachgebiet Microbial energy conversion & biotechnology von Prof. Dr. Jörg Simon am FB 10 in diesem kollaborativen Projekt eng zusammen. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft für drei Jahre gefördert.



1.7.4 WaRM

Nachhaltige, flexible Grundwasserbewirtschaftung in Ballungszentren auf Basis eines Wassersystemmodells am Beispiel der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main (BMBF)

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 2024 – 2025

Webseite: <https://w-rm.de/warm/index.php>

Sich ändernde Rahmenbedingungen verschärfen die Nutzungskonflikte um die zur Verfügung stehenden Wasserressourcen und verlangen umfassende Lösungskonzepte für ein nachhaltiges und flexibles Grundwassermanagement. Ein Gebiet mit besonders hohem Handlungsdruck aufgrund eines steigenden Wasserbedarfs (Wachstumsregion, Landwirtschaft) sowie knapper und auch hinsichtlich der Qualität gefährdeter Wasserressourcen ist die stark grundwasserabhängige Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main. Im Verbund von Forschungseinrichtungen und den relevanten regionalen Akteuren wird deshalb ein Wassersystemmodell (WaRM) erarbeitet, welches einen Wasser- mit einem Policy-Modellierungsansatz verbindet. Die Basis bilden umfassende Vorarbeiten, die erstmalig zu einem Gesamtansatz erweitert und verknüpft werden. Ausgehend von einer Konfliktanalyse und unter ergebnisorientierter Einbindung von Stakeholdern werden zeit- und skalendifferenzierende Maßnahmenoptionen herausgearbeitet und deren Einfluss auf Grundwasser (Quantität und Qualität) und Wasserbedarf unter Einwirkung von Wandelszenarien modelltechnisch quantifiziert. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf Transport- und Stoffumsetzungsprozesse (u.a. Nitrat) in ungesättigter und gesättigter Zone, sowie dem Eintrag von organischen Spurenstoffen (u.a. Arzneimittelrückständen) aus abwasserbeeinflussten Fließgewässern in das Grundwasser.

Durch die Betrachtung vielschichtiger Aspekte (u.a. Ökologie, Ökonomie, Stakeholderintegration, Governance), die auch der Komplexität zeit- und skalendifferenzierender Maßnahmen gerecht werden, erfolgt eine neuartige multikriterielle Bewertung. Der zu erarbeitende integrierte Maßnahmenplan wird konkrete, für die Akteure direkt nutzbare Bewirtschaftungsoptionen mit Instrumenten und Governance-Strukturen zur Verfügung stellen. Der integrierte Lösungsansatz ist gleichzeitig auf andere Regionen übertragbar. Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe unterstützt die Partner im Fachbereich Geologie der TU Darmstadt bei der Erfassung und Analyse von organischen Spurenstoffen, insbesondere von solchen aus Kläranlagen.



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Dr. rer. nat. Sajjad Abdighahroudi
Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

Fachbereich Material- und Geowissenschaften, Institut für angewandte Geowissenschaften

Dr. Stefan Schulz,
Prof. Dr. Christoph Schüth

2 Fachgebiet Abwassertechnik

Das Fachgebiet Abwassertechnik (AT) 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 Verbesserung der Membranfiltration, dem Einfluss hoher Salzkonzentrationen auf den biologischen Abbau und den Sauerstoffeintrag in Industrieabwässern sowie der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in Industrie und Kommunen.

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 und Energie) und des Wasserrecyclings überprüft werden, um „Mehrwert“ aus Abwasser zu erzeugen.

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



2.1 Neuigkeiten aus dem Fachgebiet

Doktorandenseminar

Das Fachgebiet Abwassertechnik kam am 25. und 26. Juli 2024 zum Doktorandenseminar in Brombachtal zusammen, um über Forschungsergebnisse, den Stand der Promotionen und Instituts-Themen wie die Lehrverteilung und -planung zu diskutieren. Die beiden Tage waren zudem eine gute Gelegenheit, um sich am Abend auch privat auszutauschen und die neuen Kolleg:innen besser kennenzulernen.



Gruppenbild des Fachgebietes Abwassertechnik am Doktorandenseminar 2024 (Bild: I. Sharifov)

Projekttreffen CORNERSTONE

Im Januar 2024 fand in Aalborg, Dänemark, die Auftaktveranstaltung des EU-Forschungsvorhabens CORNERSTONE statt. Von Seiten des Fachgebietes Abwassertechnik nahmen daran Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart, Maro Atzorn, M.Eng., und Lara Schreiber, M.Sc., teil. Das multidisziplinäre Konsortium des Projekts setzt sich aus 16 Partnern aus acht europäischen Mitgliedsstaaten zusammen. Dieses erste Treffen zum Projektstart diente dazu, die Erwartungen und geplanten Tätigkeiten innerhalb des Projekts abzustimmen und die Projektbeteiligten kennenzulernen. Für letzteres eigneten sich insbesondere die gemeinsamen Mittag- und Abendessen sowie die Führung durch die Räumlichkeiten und Labore der Universität Aalborg.

Im Juni 2024 folgte bereits das nächste Projekttreffen in Graz, Österreich. Das Fachgebiet Abwassertechnik wurde hierbei durch Lara Schreiber vertreten. Gastgeber war das Forschungsinstitut AEE INTEC. Die Projektpartner fanden sich für zwei Tage zusammen, um sich über Neuigkeiten innerhalb der Teilprojekte auszutauschen und über aktuelle und anstehende Themen zu diskutieren. Am Abend ging es bei sommerlichen Temperaturen ins Stadtzentrum von Graz, um die Stadt zu erkunden und den Tag gemeinsam ausklingen zu lassen.



Konsortium CORNERSTONE in Aalborg, Dänemark
(Bild: C. A. Quist-Jensen)

2.2 Forschungsprojekte des Fachgebiets

2.2.1 Photokatalytische Membranreaktoren

Catalytic membrane reactor for oxidative degradation of pollutants in water phase

Fördergeber: China Scholarship Council (CSC)

Förderzeitraum: 06.12.2021 – 06.12.2024

Webseite: -

Im vergangenen Jahr (2024) konzentrierte sich Tong Li, M.Eng., auf die Synthese und Charakterisierung der Leistungsfähigkeit von $\text{TiO}_2@\text{GO}$ -Photokatalysatoren. Eine Reihe von Katalysatoren wurde synthetisiert, indem der pH-Wert im Syntheseprozess variiert wurde. Die Morphologie und Eigenschaften dieser Katalysatoren wurden systematisch mittels XRD, XPS, TEM, UV-VIS DRS und EPR charakterisiert. Unter Verwendung von Indigo Carmine als Zielschadstoff wurde die photokatalytische Abbauleistung der Katalysatoren unter simuliertem Sonnenlicht untersucht und die Ursachen der Leistungsunterschiede wurden anhand der durchgeführten Charakterisierungen analysiert. Darüber hinaus wurde p-Chlorbenzoësäure, ein häufig vorkommender Mikroschadstoff, als Hydroxylradikal-Sonde eingesetzt, um den Abbaumechanismus zu untersuchen. Die gesammelten Daten wurden bereits in einem Manuskript zusammengestellt und befinden sich derzeit im Einreichungsprozess.

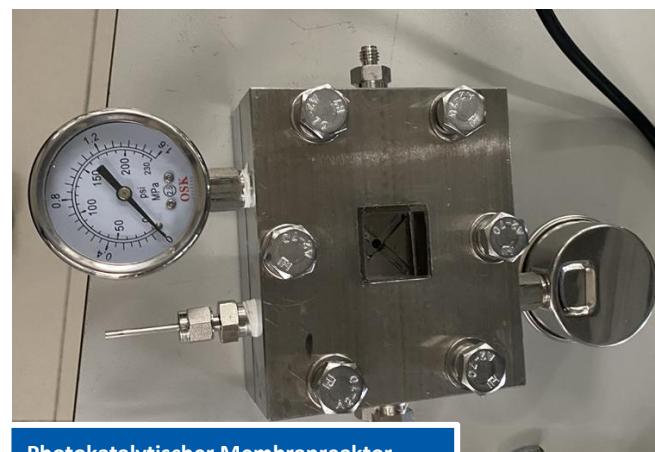
Als nächstes plant Tong Li, die synthetisierten Katalysatoren auf Membranen zu immobilisieren und sie in einen selbstentwickelten Photokatalyse-Membranreaktor zu integrieren, um eine kombinierte Untersuchung zur Trennung und photokatalytischen Abbaureaktion von Mikroschadstoffen durchzuführen.



Fachgebiet Abwassertechnik

Tong Li, M.Eng.

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart



Photokatalytischer Membranreaktor
(Bild: Tong Li)

2.2.2 AFEM

Advanced Functionalized Electrospun Membranes for water treatment

Fördergeber: Unite! Seed Fund

Förderzeitraum: 01.10.2024 – 01.10.2025

Webseite: -

Im Oktober 2024 begann das neue Forschungsprojekt „AFEM“ in Kooperation mit Politecnico di Torino (PoliTo, Assoc. Prof. Dr. Alessandra Vitale) und Université Grenoble Alpes (UGA, Assoc. Prof. Dr. Nicolas Hengl). Das Projekt wird für ein Jahr als Anbahnungsprojekt zur wissenschaftlichen Kooperation durch den Seed Fund des europäischen Unite!-Universitätsverbunds gefördert.

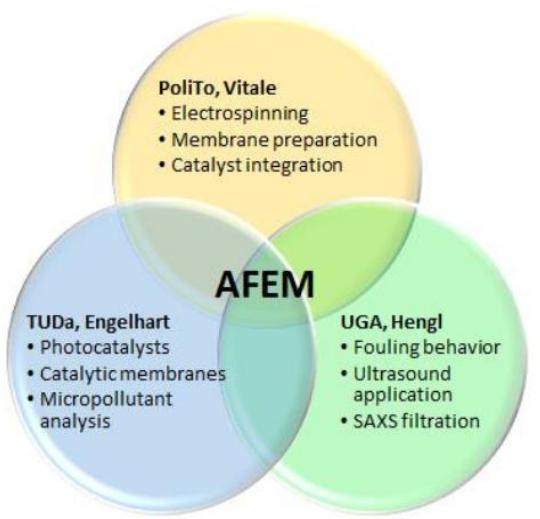
Das AFEM-Projekt zielt auf die Entwicklung fortschrittlich funktionalisierter, elektrogesponnener Membranen für die Wasseraufbereitung ab. Dabei wird das Fachwissen der drei Unite!-Forschungsteams (PoliTo, TUDa, UGA) genutzt, um Membranen mit Nanofasern aus gummibasierten Polymeren in einem umweltfreundlichen Elektrospinnverfahren herzustellen. Mikro-/Nanopartikel, wie modifiziertes TiO₂ und Graphenoxid, werden im Spinnprozess in die Polymerstruktur integriert, um photokatalytische und Fouling-reduzierende Eigenschaften der Membran zu verbessern. Außerdem wird eine Niederfrequenz-Ultraschallbehandlung eingesetzt, um das Fouling auf den Polymermembranen zusätzlich zu reduzieren und den Effekt auf die Membranstruktur zu erfassen. Als Resultat wird eine neue Technologie für die Entwicklung multifunktionaler Membranen für die Entfernung von Mikroverunreinigungen bei Filtrationsprozessen vorgeschlagen. Das AFEM-Projekt soll die Zusammenarbeit zwischen Forschungsgruppen aus drei Unite! Universitäten initiieren, und die Grundlage für gemeinsame Forschungsanträge auf europäischer Ebene legen.



Fachgebiet Abwassertechnik

Tong Li, M.Eng.

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart



Aufgaben der Forschungspartner im Projekt AFEM. (Bild: Markus Engelhart)

2.2.3 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 (BMBF)

Förderzeitraum: 01.04.2021 – 30.06.2022

Webseite: -

Gegenstand des Forschungsprojektes „NEOBART“ ist die Energetische Optimierung von Belüftungssystemen bei neuen Abwasserbehandlungsverfahren (hier: u.a. MBBR) zur Reduzierung von Treibhausgasen respektive der klimarelevanten Gase Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Lachgas (N_2O).

In den ersten Monaten dieses Jahres fanden im Glasbecken des Instituts (Fassungsvermögen 17 m³) Versuche zum Durchmischungsverhalten des Moving Bed Biofilm Reaktors (MBBR) statt. Das Glasbecken bietet die einmalige Chance, das Durchmischungsverhalten der Aufwuchskörper bei unterschiedlichen Luftvolumenströmen von allen Seiten zu betrachten. Ziel der Versuche ist es, weitere Informationen zum energetisch sinnvollen Betrieb eines MBBR-Reaktors zu erhalten. Die Versuche fanden in Reinwasser statt, sodass die Szenerie auf den/die Betrachtenden durchaus etwas Beruhigendes hatte.



Fachgebiet Abwassertechnik

Jana Trippel, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart



Aufwuchskörper im Glasbecken (Bilder: Jana Trippel)

2.2.4 POWNa

Nutzung von reinem Sauerstoff aus der Wasserelektrolyse in Kombination mit Mikro- und Nanoblasenbelüftungstechnologien in der Abwasserreinigung

Fördergeber: Fritz und Margot Faudi-Stiftung

Förderzeitraum: 12.02.2024 – 30.06.2026

Webseite: -

Die derzeit dem Stand der Technik entsprechenden feinblasigen Belüftungssysteme werden in der Regel mit Umgebungsluft beaufschlagt und erreichen eine Effizienz des Sauerstofftransfers von circa 20 – 25 %. Um deutlich höhere Sauerstofftransfereffizienzen zu erreichen, zielt das Forschungsvorhaben POWNa darauf ab, neuartige Belüftungssysteme, die Mikro- und Nanoblasen erzeugen, mit einer Reinsauerstoffbelüftung zu verbinden. Hohe Beschaffungskosten sind in der Vergangenheit der Grund für die zurückhaltende Installation von Reinsauerstoffbelüftungssystemen gewesen. In Rahmen der „Wasserstoffstrategie“ der Europäischen Kommission wird eine starke Zunahme der Anzahl von Elektrolyseanlagen erwartet. Durch die Kopplung mit Elektrolyseanlagen können die Kosten der Beschaffung des Reinsauerstoffes reduziert und in Verbindung mit einer Mikro- und Nanoblasenbelüftung die Belüftungseffizienz stark gesteigert werden.



Fachgebiet Abwassertechnik
Adrian Turuc, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Das Fachgebiet Abwassertechnik der TU Darmstadt untersucht hierbei den Sauerstoff-Stofftransport unter Verwendung von Mikro- und Nanoblasen im institutseigenen 17 m³ Reinwassertank. Die Gasblasen werden durch spezielle Generatoren verschiedener Hersteller erzeugt. Zur Ermittlung der Auswirkungen der Sauerstoffbeimischung auf den Sauerstoff-Stofftransport werden Sauerstoff-Luft-Gemische von 20 – 100 % Reinsauerstoff untersucht. Durch eine Beimischung von Tensiden und Salzen werden die Auswirkungen von Abwasser auf die Effizienz der Mikro- und Nanoblasenbelüftung untersucht. Ziel ist es, die Eignung von Mikro- und Nanoblasen in Verbindung der Nutzung von Elektrolyseursauerstoff bei Belüftungsprozessen in der Abwassertechnik zu bewerten.



Reinwassertank
(Bild: Jana Trippel)

2.2.5 FrüWAn

Entwicklung eines Frühwarnsystems zum Betrieb von Anaerobreaktoren unter Einbindung betrieblicher, kinetischer und mikrobiologischer Parameter von granuliertem Schlamm

Fördergeber: Willy-Hager-Stiftung

Förderzeitraum: 01.10.2023 – 30.03.2025

Webseite: -



Fachgebiet Abwassertechnik

Maro Atzorn, M.Eng.

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Die anaerobe Behandlung von Industrieabwässern bietet einige Vorteile gegenüber anderen Behandlungsverfahren. Zum einen können organisch hochbelastete Abwässer behandelt werden. Zum anderen entsteht beim Abbau der organischen Verbindungen Methan in Form von Biogas, welches zur Energie(rück)gewinnung genutzt werden kann. Trotz etablierter anaerober Reaktorkonfigurationen, treten in der Praxis häufig Betriebsstörungen und leistungsmindernde Effekte aufgrund der sehr unterschiedlichen und komplexen Zusammensetzung von Industrieabwässern sowie enthaltenen Hemmstoffen auf. Das Projekt „FrüWAn“ setzt an dieser Forschungslücke an. In Langzeitversuchen werden die Auswirkungen der kontinuierlichen Hemmstoffexposition auf die anaerobe Bakterienpopulation untersucht, um ein Frühwarnsystem für den Anlagenbetrieb zu entwickeln und betriebsstabilisierende Maßnahmen zu erproben.

Nach erfolgreicher Reaktivierung der Versuchsanlage laufen derzeit die kontinuierlichen Versuche an der anaeroben EGSB-Versuchsanlage (expanded granulated sludge bed). Die drei baugleichen EGSB-Reaktoren wurden mit Inokulum einer Brauerei angeimpft und werden mit halb-synthetischem Brauereiabwasser beschickt. Alle Reaktoren werden unter gleichen Betriebsbedingungen betrieben. Nach Erreichen einer stabilen Betriebsphase wird mit der kontinuierlichen Hemmstoffexposition in zwei der drei Reaktoren begonnen, um deren Auswirkungen auf die anaerobe Biozönose und den Reaktorbetrieb zu untersuchen.



Anaerobe EGSB-Versuchsanlage nach der Inbetriebnahme
(Bild: Maro Atzorn)

2.2.6 CORNERSTONE

Combined technologies for water, energy and, solute recovery from industrial process streams



Fördergeber: Europäische Union

Förderzeitraum: 01.01.2024 – 31.12.2027

Webseite: <https://cornerstone-industrial-water.eu/>

Die derzeitigen Verfahren zur Behandlung von Industrieabwässern sind größtenteils nicht für die Aufwertung und Wiederverwendung von Wasser ausgelegt. Das Projekt CORNERSTONE zielt darauf ab, neue technologische und digitale Entwicklungen in die bestehenden industriellen Abwasseraufbereitungssysteme zu integrieren, um Wasser, Energie und gelöste Stoffe wiederzugewinnen und zu recyceln. Das Projekt wird von der EU finanziert und startete zum 30. Januar 2024.

Das Fachgebiet Abwassertechnik befasst sich hierbei mit der Rückgewinnung von Energie aus der organischen Fracht von Abwasser der chemischen Industrie. Durch den Einsatz von anaeroben biologischen Behandlungsanlagen werden zum einen erhöhte Konzentrationen mit organischer Verschmutzung abgebaut und zusätzlich wird diese in Biogas umgesetzt, welches zur Energie(rück)gewinnung genutzt werden kann. Ziel des (Teil)Projektes ist es, ein innovatives Prozessdesign zu entwickeln, welches ideal auf die Besonderheiten des industriellen Abwassers angepasst ist sowie zusätzlich den Einfluss von hemmenden Substanzen im Abwasser zu minimieren und die Methanausbeute zu maximieren.

In der ersten Phase der praktischen Versuche werden zunächst Untersuchungen zur anaeroben Abbaubarkeit der verschiedenen Abwässer durchgeführt. Dazu wird das Methanpotential mittels Batch-Versuche unter Verwendung mehrerer anaerober Biozönosen unterschiedlicher Herkunft ermittelt. Ziel sind erste Erkenntnisse zur anaeroben Abbaubarkeit und zu Hemmwirkungen. Auf Grundlage dieser Ergebnisse folgen anschließend kontinuierliche Langzeitversuche im Labormaßstab mittels Membranbioreaktor oder EGSB-Reaktor („Expended

Granular Sludge Bed“). Anschließend erfolgt die Validierung der Technologien im Pilotmaßstab.



Automated Methane Potential Test System (AMPTS).
(Bild: Maro Atzorn)



Fachgebiet Abwassertechnik
Maro Atzorn, M.Eng.



Fachgebiet Abwassertechnik
Lara Schreiber, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

2.3 Wissenschaftliche Arbeiten, Konferenzen und Veröffentlichungen

2.3.1 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Einfluss verschiedener (Meer-)Salzgehalte auf den Sauerstoffeintrag beim MBBR-Verfahren

Literaturrecherche zum potenziellen Einsatz strömungsfolgender Sensoren und Sonden zur Beschreibung der Durchmischung beim MBBR-Verfahren

Möglichkeiten der Nutzung von kommunalem Kläranlagenablauf für die landwirtschaftliche Bewässerung im Teilraum Mittelhessen

Masterarbeiten

Überprüfung des Sauerstoffeintrags feinstblasiger Belüftungssysteme in Abhängigkeit der Prozessbedingungen und des Sauerstoffpartialdrucks

Untersuchung der Schwermetallimmissionen in Niederschlagswasser aus der Trennkanalisation am Beispiel der Stadtentwässerung Frankfurt a.M.

Zur energetischen Optimierung des MBBR-Verfahrens durch eine Charakterisierung der Durchmischung

2.3.2 Teilnahme an Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Sharifov, I., Abwasserkolloquium 2024: Digitalisierung, Klimaneutralität und Wertstoffgewinnung als neue Kernaufgaben der kommunalen Abwasserreinigung – Lösungsansätze für BW, 17.07.2024, Stuttgart.

Sharifov, I., DPP-FORUM 2024: Phosphor-Recycling – Wo stehen wir?, 23.10.2024, Frankfurt a.M.

2.3.3 Veröffentlichungen

Fundneider-Kale, S., Kerres, J., Engelhart, M. (2024). Impact of benzalkonium chloride on anaerobic granules and its long-term effects on reactor performance. *Journal of Hazardous Materials*, 476, 135183. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135183>

Fundneider-Kale, S., Acevedo Alonso, V., Engelhart, M., (2024). Investigating the biomass-specific inhibitory effect of benzalkonium chloride on anaerobic granules: A kinetic approach. *Water Resources and Industry*, 31, 100237. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2023.100237>

Rühl, J., Engelhart, M. (2024). Evaluating the Performance of Anaerobic Digestion with Upstream Thermal Hydrolysis—What Role Does the Activated Sludge Process Play? *Fermentation*, 10 (11), 591. <https://doi.org/10.3390/fermentation10110591>

2.3.4 Konferenzbeiträge

Wagner, M., Trippel, J., Kaltwasser, N. (2024). Aktuelle Trends und Entwicklungen bei der Belüftungstechnik. [Konferenzpapier] Energie auf Kläranlagen.

Wagner, M., Trippel, J. (2024). Nachhaltige Belüftungssysteme zur Reduzierung der Stromkosten auf Kläranlagen. [Vortrag] Kongress Energieeffizienz. Im Fokus: Energie und Klima auf Kläranlagen in Baden-Württemberg.

3 Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie (WUB) stellt sich aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der (Ab-)Wasserbehandlung 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 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 Mitarbeitende des Fachgebiets 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. Als Ergänzung zu den Laborexperimenten wird die Modellierung genutzt, um weitere Möglichkeiten zur Prozessverbesserung zu erkunden.

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 Deammonifiaktion 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 nutzt das Fachgebiet eigens entwickelte und optimierte molekularbiologische Methoden. Das Fachgebiet beteiligt sich weiterhin am deutschlandweiten kooperativen Monitoring von SARS-CoV-2 im Rohabwasser und entwickeln neue Methoden für andere Erreger wie Influenza und Tuberkulose. Ein solches Monitoring bietet die Möglichkeit, auch asymptomatisch Infizierte oder nicht getestete Personen zu erfassen. So kann die Abwasseranalytik das Gesundheitswesen unterstützen.



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

3.1 Neuigkeiten aus dem Fachgebiet

Neue Mitarbeitende – Andrea Friebe



Andrea Friebe, M.Sc.
(Bild: Andrea Friebe)

Andrea Friebe, M.Sc., hat ihren Bachelor und Master in Umweltingenieurwissenschaften an der TU Darmstadt absolviert. Sie belegte die Schwerpunkte Ver- und Entsorgung sowie Gewässer- und Bodenschutz. Ihre Masterarbeit verfasste sie am Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz. Dabei beschäftigte sie sich auf labortechnischer Ebene mit dem Einsatz von natürlichen Flockungsmitteln (*Moringa oleifera*) zur Schwermetallentfernung aus Oberflächengewässern. In ihrer Bachelorarbeit hat sie sich mit dem Forschungsprojekt Ertüchtigung von Abwasser-Ponds zur Erzeugung von Bewässerungswasser am Beispiel des Cuvelai-Etoscha-Basin in Namibia (EPoNa) beschäftigt, bei dem sie saisonale und lokale Unterschiede verschiedener Teilkläranlagen in Namibia untersucht hat.

Seit dem 01. April 2024 arbeitet sie wieder als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie und forscht im Bereich Abwasserwiederverwendung im Kontext des Globalen Südens. Sie betreut das Forschungsprojekt „Mehrskalige Wasserwiederverwendungsstrategie für Namibia (WaReNam)“ in der Hauptphase. Bereits in der Initialphase dieses Projektes hat sie im Zeitraum von Dezember 2021 bis April 2023 erst als studentische Hilfskraft, dann als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet WUB gearbeitet. Zwischenzeitlich hat sie in der Industrie im Bereich der Umweltgeotechnik Erfahrungen gesammelt.

9th IWA Water Resource Recovery Modelling Seminar (WRRmod 2024)

Vom 06. bis zum 10. April 2024 fand an der University of Notre Dame (USA) das WRRmod 2024 statt. Die Konferenz fand im kleinen Kreis von ca. 150 Teilnehmenden statt und bot eine Plattform für den Austausch innovativer Forschungsansätze und Praktiken bei der Modellierung von Anlagen zur (Ab-)Wasserbehandlung. Die diskutierten Inhalte waren dabei sowohl für Wissenschaftler:innen als auch für Modellierer:innen aus der Praxis relevant. Ziel war es, einen Konsens zu aktuell relevanten Themen innerhalb der Gemeinschaft an Modellierer:innen zu schaffen. Nicht nur die spannenden Vorträge standen dabei im Vordergrund, sondern es wurde bewusst auch ausreichend Zeit für anregende Diskussionen außerhalb des eigentlichen Programms der Konferenz gelassen.

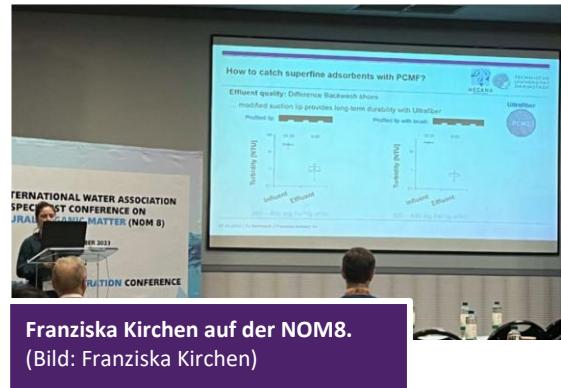
Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie wurde von Herrn Tobias Kaiser, M.Sc., vertreten. Herr Kaiser stellte einen hybriden Modellansatz zur Vorhersage von Spurenstoffdurchbrüchen in granulierten Aktivkohlefiltern zur weitergehenden Abwasserbehandlung im Rahmen einer Posterpräsentation vor.



WRRmod 2024. (Bild: Tobias Kaiser)

8th International Water Association (IWA) Specialist Conference über Natural Organic Matter und IWA Particle Separation Conference

Vom 03. bis 08. Dezember 2023 fanden die achte *International Water Association (IWA) Specialist Conference* über *Natural Organic Matter (NOM8)* und die *IWA Particle Separation Conference* erstmals gemeinsam an einem Ort statt. Tagungsort war das OR Tambo Conference Center in Boksburg, Südafrika. Die Konferenz wurde von der University of South Africa (UNISA) organisiert. Die Inhalte der NOM8 umfassten u.a. die Entfernung von NOM mittels Membran-technologien und Ionenaustauschverfahren sowie die Bildung von toxischen Nebenprodukten aus NOM bei Desinfektionsverfahren. Vorträge der Particle Separation Conference thematisierten schwer-punktmäßig das Fouling von Membranen und zeigte neuen Konzepte für Partikelabtrennung auf. Frau Franziska Kirchen, M.Sc. vom Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie präsentierte auf der Particle Separation Conference Ergebnisse des gemeinsamen Projekts der TU Darmstadt und Mecana Umwelttechnik GmbH in ihrem Vortrag mit dem Titel: „Micropollutant removal with superfine Adsorbents and Pile Cloth Media Filtration“. Dabei stellte sie den kombinierten Einsatz von superfiner Pulveraktivkohle mit Polstofffiltration zur Entfernung von organischen Spurenstoffen und partikulären Substanzen aus dem Abwasser vor.



Franziska Kirchen auf der NOM8.
(Bild: Franziska Kirchen)



Das Fachgebiet auf dem Doktorandenseminar. (Bild: Shelesh Agrawal)

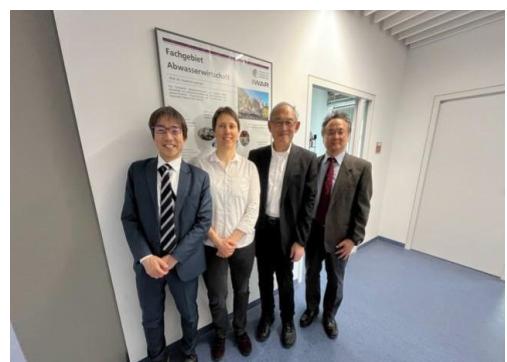
Doktorandenseminar im Odenwald

Vom 21. Bis 22. März 2024 verbrachte das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie zwei intensive Tage im Odenwald. Während des Doktorandenseminars arbeitete das gesamte Team gemeinsam an Forschungsthemen, Lehrinhalten, der Öffentlichkeitsarbeit und der Stärkung des Teamzusammenhalts.

Besuch von Professoren der Tokyo University of Agriculture and Technology

Im März bekam das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie Besuch von Herrn Prof. Yohda, Herrn Prof. Sato und Herrn Prof. Terada von der Tokyo University of Agriculture and Technology in Japan, um aktuelle und zukünftige Forschungsaktivitäten zu besprechen und Möglichkeiten für gemeinsame Forschungsprojekte auszuloten.

Es war äußerst bereichernd, mehr über ihr Carbon Cultivation Innovation Hub zu erfahren, welches die Grenzen der Kohlenstoffnegativität herausfordert.



Besuch aus Japan. (Bild: Susanne Lackner)

13. KomS Technologieforum

Am 5. Juni 2024 fand das 13. Technologieforum des Kompetenzzentrums Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS) am Bodensee statt. Expert:innen aus ganz Deutschland, darunter auch Frau Franziska Kirchen, M.Sc., kamen zusammen, um sich zu den neuesten Entwicklungen und Technologien im Bereich der Spurenstoffentfernung auszutauschen.



KomS 2024. (Bild: Franziska Kirchen)

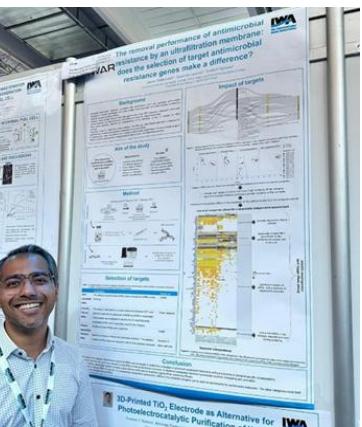
Das Forum bot spannende Einblicke in aktuelle Themen, wie nachhaltige Aktivkohlen und innovative Verfahren zur Spurenstoffentfernung. Ein besonderes Highlight war die Exkursion zur Verbandskläranlage Überlinger See, wo das neu errichtete Verfahren zur erweiterten Abwasserreinigung vorgestellt wurde. Hierbei überzeugte das Kombinationsverfahren aus Ozonung und granulierter Aktivkohle, das hohe Effizienz bei der Spurenstoffentfernung mit nachhaltigem Ressourceneinsatz verbindet.

19. Konferenz für Wasser- und Abwassertechnologien der International Water Association

Vom 24. bis 28. Juni 2024 fand die 19. Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies der International Water Association (IWA) in Essen statt – eine bedeutende Plattform, um Innovationen und Fortschritte in der Wasserwirtschaft zu diskutieren.

Dabei konnte Herr Dr.-Ing. Shelesh Agrawal gemeinsam mit Frau Janina Mittersdorf, M.Sc., ein Poster zu einem hochaktuellen Thema präsentieren: „The removal performance of antimicrobial resistance by an ultrafiltration membrane: does the selection of target antimicrobial resistance genes make a difference?“. Diese Forschung beleuchtet die wichtige Rolle moderner Membrantechnologien im Kampf gegen antimikrobielle Resistenzen in Abwässern (AMR).

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal mit dem ausgestellten Poster auf der IWA. (Bild: Shelesh Agrawal)



IWA LWWTP: Konferenz über große Kläranlagen in Budapest

Vom 8. bis 12. September 2024 nahmen Frau Prof. Dr. Susanne Lackner und Herr Oliver Das, M.Sc., an der 14. IWA Specialized Conference on Large Wastewater Treatment Plants (LWWTP 2024) in Budapest teil. Gastgeber der Konferenz war Herr Dr. Miklós Patziger und sein Team an der Budapest University of Technology and Economics.

Ein besonderes Highlight war der Vortrag von Frau Lackner mit dem Titel „The Worldwide First Full-Scale Sidestream PN/A MABR“. Sie stellte die laufende Inbetriebnahme des weltweit ersten membranbelüfteten Biofilmreaktors (MABR) für die Zentratbehandlung vor. In ihrem Beitrag beleuchtete sie sowohl die technischen Herausforderungen als auch die wissenschaftliche Forschung, die hinter diesem innovativen

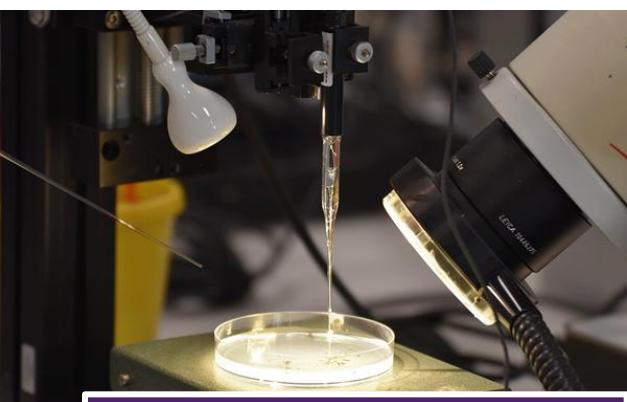


Prof. Susanne Lackner bei ihrem Vortrag. (Bild: Oliver Das)

System steht. Dieses bahnbrechende Projekt markiert einen wichtigen Fortschritt in der Abwasserbehandlung und bietet wegweisende Perspektiven für die Zukunft der Branche.

Die Konferenz bot darüber hinaus zahlreiche Gelegenheiten, sich über aktuelle Innovationen und Zukunftsthemen der Abwasserwirtschaft auszutauschen. Im Fokus standen dabei Spitzentechnologien, die Reduzierung von Emissionen sowie die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen in der Abwasserbehandlung.

Unisense Workshop in Aarhus



Profilmessung eines Granulars mit Hilfe einer Mikroelektrode (Bild: Unisense)

Vom 22. bis 24. Oktober 2024 nahm Herr Janis Wilbert, M.Sc., in Aarhus, Dänemark, an einem Workshop zu Mikrosensoren von Unisense teil. In diesem praxisnahen Training erhielt er einzigartige Einblicke in die Herstellung von Mikrosensoren – von der Verarbeitung des Glases bis zur präzisen Platzierung der Elektroden unter dem Mikroskop. Außerdem übten die Teilnehmenden den Einsatz der Sensoren in verschiedenen Probentypen, von Sedimentproben bis hin zu granulierten Belebtschlammstrukturen. Ein Schwerpunkt des Workshops lag auf der genauen Analyse der Sensorprofile, um hochwertige und aussagekräftige Daten für die Umweltüberwachung zu erhalten.

International Water Association (IWA) Biofilm 2024 Konferenz

Frau Prof. Dr. Susanne Lackner und Frau Qi Li, M.Sc., durften vom 23. bis 26. Oktober 2024 an der International Water Association (IWA) Biofilms 2024 Conference in Shanghai, China, teilnehmen. Unter dem diesjährigen Thema „Biofilms for Nutrient Removal and Carbon Neutrality“ tauschten sich internationale Expert:innen über Innovationen wie Trinkwasser-Biofilme, membranbelüftete Biofilmreaktoren (MABRs) und aeroben Granulatschlamm aus.

Frau Lackner, Mitglied des Programmkomitees, leitete die Sitzung zu neuartigen Biofilmreaktoren und hielt einen Plenarvortrag mit dem Titel „Membrane Aerated Biofilm Reactors for Nitrogen Removal from Lab to Full-Scale“. In ihrem Beitrag beleuchtete sie das Potenzial von MABRs für die Wasseraufbereitung und präsentierte Erkenntnisse zur Stickstoffentfernung, Treibhausgasemissionen sowie zur Inbetriebnahme des weltweit ersten großtechnischen MABRs im Nebenstrom.

Frau Li stellte ihre Forschungsergebnisse in der Sitzung „Membrane-Aerated Biofilm Reactor“ vor. In ihrem Vortrag „The Impact of Oxygen Partial Pressure on Nitrous Oxide Dynamics in MABR Biofilms“ präsentierte sie wichtige Erkenntnisse zur Optimierung von Belüftungsstrategien, um Stickstoff effizient zu entfernen und Lachgasemissionen zu minimieren.



Qi Li bei ihrem Vortrag. (Bild: IWA)

WaReNam Projekt Kick-Off und WASA Kick-Off Konferenz

Am 23. September 2024 fand in Windhoek, Namibia, der Kick-Off des WaReNam-Projekts statt, an dem Frau Andrea Friebe, M.Sc., teilnahm. Die Veranstaltung brachte deutsche und namibische Partner:innen aus Wissenschaft, Praxis und Politik zusammen, um die Projektziele zu vertiefen, Erwartungen zu formulieren und Herausforderungen zu identifizieren. In themenspezifischen Sitzungen wurden die Arbeitspakte Technology, Governance und Capacity Development diskutiert, um Problemstellungen zu analysieren und die nächsten Projektschritte zu planen. Vom 25. bis 27. September 2024 folgte die WASA Kick-Off Konferenz in Stellenbosch, Südafrika. Das Forschungsprogramm Water Security in Africa (WASA) hat das Ziel, gemeinsam mit deutschen und afrikanischen Expert:innen nachhaltige Lösungen für die Verbesserung der Wassersicherheit in Afrika zu entwickeln. Das WaReNam-Projekt ist ein Teil des WASA Programms und wird vom BMBF gefördert. Die Auftaktveranstaltung diente der Vorstellung der Forschungsprojekte, förderte den Austausch zwischen Stakeholder:innen und identifizierte zentrale Themen zur Stärkung der sektorübergreifenden Wassersicherheit.



WaReNam Kick-Off Gruppenbild.

(Bild: M. Sigopi (SASSCAL))

IWA Nutrient Removal and Recovery Konferenz in Brisbane



IWA NRR Konferenz. (Bild: Oliver Das)

Vom 17. bis 21. November 2024 fand in Brisbane, Australien, die renommierte IWA Nutrient Removal and Recovery (NRR) Konferenz statt. Unter dem Leitgedanken „Nutrient Management in the Net-Zero Era“ wurde ein spannendes Programm geboten, das von der University of Queensland in Zusammenarbeit mit öffentlichen Versorgungsbetrieben für Wasser und Energie organisiert wurde. Ziel der Konferenz war es, Lösungen für eine nachhaltige Nährstoffbewirtschaftung im Kontext der Klimaneutralität zu diskutieren. Herr Oliver Das, M.Sc., war vor Ort und präsentierte in seinem Vortrag ein innovatives Projekt aus Köln: die erste großtechnische Inbetriebnahme einer Deammonifikation im Teilstrom mit einem Membranbe-lüfteten

Biofilmreaktor (MABR). Das Projekt, das in enger Zusammenarbeit mit der StEB Köln und Veolia durchgeführt wird, zeigt auf, wie modernes Belüftungsmanagement die Effizienz solcher Verfahren entscheidend beeinflussen kann. Neben Herr Das Präsentation gab es viele weitere Highlights, darunter Beiträge von weltweit führenden Expert:innen wie Mark van Loosdrecht und Jurg Keller. Die Konferenz bot eine hervorragende Gelegenheit, sich mit einem internationalen Fachpublikum über aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen auszutauschen. Ein besonderes Highlight war die Exkursion zur Kläranlage in Queensland, bei der innovative Technologien im realen Betrieb besichtigt werden konnten.

Besuch von Prof. Sheldon Tarre des Technion – Israel Institute of Technology

Herr Prof. Dr. Sheldon Tarre vom Israel Institute of Technology, Projektpartner des Fachgebiets Wasser und Umweltbiotechnologie, war im Juni 2024 in Deutschland. Inhalt des gemeinsamen

Projekts ist die Implementierung der Partialnitritation/Anammox (PNA)-Technologie unter realen kommunalen Abwasserbedingungen. Ziel ist es, mit zwei verschiedenen Prozessstrategien die Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen bei der Stickstoffentfernung zu erforschen. Höhepunkt war das Statusseminar der deutsch-israelischen Kooperation in der Wassertechnologieforschung am 18. und 19. Juni 2024 in Koblenz, bei dem Frau Prof. Dr. Susanne Lackner und Herr Tarre die Fortschritte des Projekts präsentierten.

Prof. Sheldon Tarre und Prof. Susanne Lackner bei ihrer Präsentation (Bild: Qi Li)



Besuch von Prof. Susanne Lackner an der Tokyo University of Agriculture and Technology

Um sich mit führenden Wissenschaftler:innen der Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT) auszutauschen und die Arbeit der Forschungsgruppe von Herrn Prof. Dr. Akihiko Terada näher kennenzulernen, reiste Frau Prof. Dr. Susanne Lackner im Oktober 2024 nach Japan. Der Besuch fand im Rahmen der Initiative „International Joint Research Labs (IJRL)“ statt, an der sieben Fachbereiche aus Deutschland und Japan gemeinsam arbeiten. Ziel des Projekts ist es, den Stickstoffkreislauf in natürlichen und technischen Systemen zu optimieren, um eine nachhaltige Zukunft zu sichern (N-SUSTAIN).

Während ihres Aufenthalts hielt Frau Lackner einen Vortrag mit dem Titel „Membrane Aerated Biofilm Reactors for Nitrogen Removal – Moving from Lab to Full Scale Application“, in dem sie den Transfer dieser vielversprechenden Technologie in den praktischen Einsatz beleuchtete.



Prof. Susanne Lackner an der TUAT.
(Bild: Susanne Lackner)

3.2 Forschungsprojekte des Fachgebiets

3.2.1 AMELAG

Abwassermonitoring für die epidemiologische Lagebewertung

Fördergeber: Bundesministerium für Gesundheit (BMG)

Förderzeitraum: 01.02.2023-31.12.2024

Webseite: <https://www.umweltbundesamt.de/amelag>

Das AMELAG-Projekt war ein umfangreiches Gemeinschaftsprojekt von das Umweltbundesamt (UBA), Robert Koch Institut (RKI), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), der Sanitätsdienst der Bundeswehr, Universitäten, Wasserversorgern, Logistikunternehmen, öffentlichen Laboratorien und 170 Kläranlagen, um SARS-CoV-2 und zahlreiche andere Krankheitserreger (z.B. Influenza).

Kira Zachmann von der WUB trug zu diesem Projekt bei, indem sie wöchentlich Abwasser von acht Standorten sammelte, genetisches Material extrahierte und SAR-CoV-2 sequenzierte, um Ergebnisse für einen wöchentlichen Bericht zu erstellen (<https://edoc.rki.de/handle/176904/11665>). Diese Ergebnisse ermöglichen die Visualisierung der sich verändernden Abstammungslinien und Varianten von SARS-CoV-2 über einen Zeitraum von zwei Jahren, mit besonderem Augenmerk auf die Abwässer des internationalen Flughafens Frankfurtluerza, RSV) im Abwasser in 16 Bundesländern zu überwachen.

Darüber hinaus etablierte Carrie Moore von der WUB eine neue Methode zur Sequenzierung von Influenzaviren im Abwasser und entwickelte bioinformatische Methoden zur Analyse der Vielfalt der in deutschen Städten und Flughäfen zirkulierenden Arten und Subtypen.



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Kira Zachmann, M.Eng



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

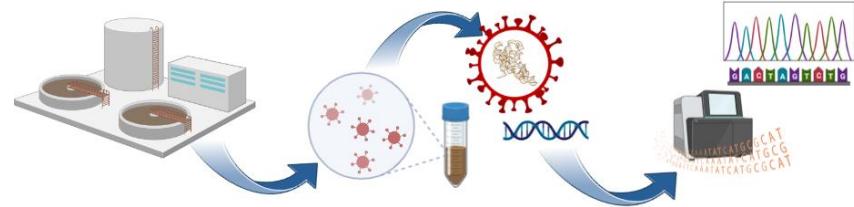
Carrie Moore, M.Sc



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Dr.-Ing Shelesh Agrawal

Prof. Dr.-Ing. Susanne Lackner



Workflow der Genomsequenzierung von Abwasserproben (Bild: Kira Zachmann)

3.2.2 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

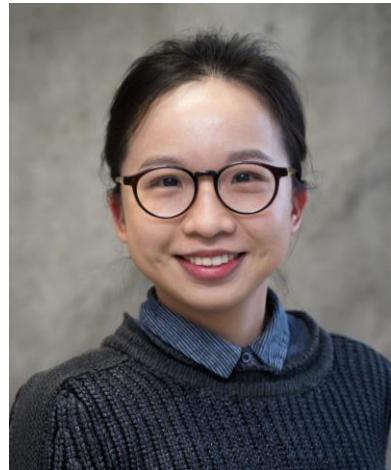
Webseite: -

Im Rahmen der Deutsch-Israelischen Wassertechnologiekooepration 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 hochbelasteten Teilströmen auch auf kommunalen Kläranlagen bereits bewährt hat, wurde die Technologie bisher nur wenig für die deutlich größeren Einsatzmöglichkeiten im Hauptstrom kommunaler Kläranlagen getestet oder umgesetzt.

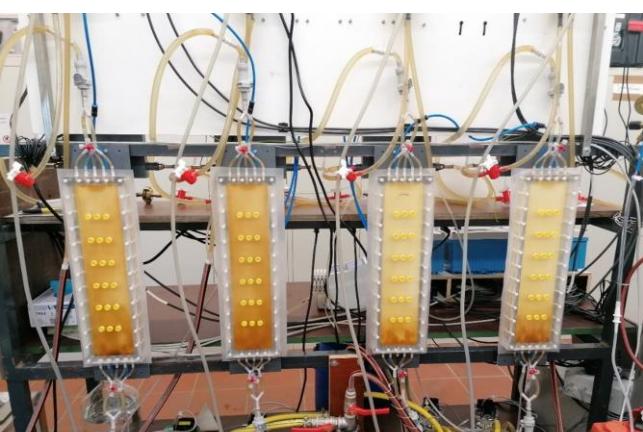
Ziel dieses Projektes ist es, innovative Reaktorkonzepte zu entwickeln und zu optimieren, mit denen eine stabile Deammonifikation unter Hauptstrombedingungen möglich ist. Als vielversprechende Option könnten membranbelüftete Biofilmreaktoren (MBf) zum Einsatz kommen.



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Qi Li, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Susanne Lackner



MABR Reaktoren (Bild: IWAR)

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

Fördergeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderzeitraum: 07.06.2022 - 06.06.2025

Webseite



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

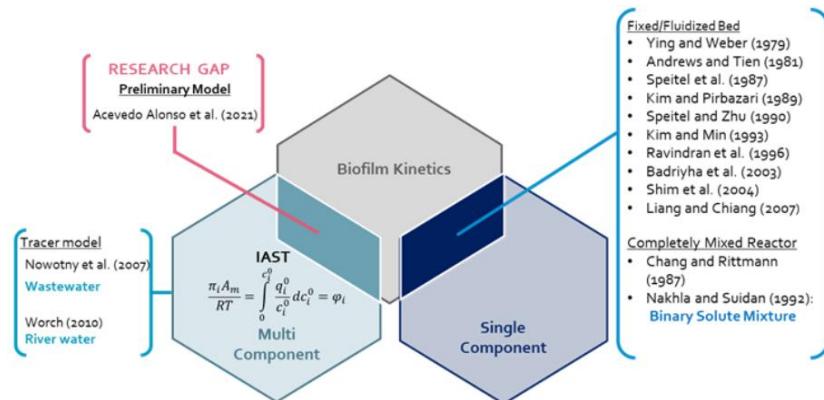
Tobias Kaiser, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Susanne Lackner

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

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

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



Zusammenfassung der bisher veröffentlichten Modelle zu biologisch aktiven GAK-Filtern (Bild: Tobias Kaiser)

3.2.4 EK-Microbes

Auswirkungen der Elektrokinetik auf die mikrobielle Aktivität und den biologischen Abbau von Schadstoffen

Fördergeber: Forum interdisziplinäre Forschung (FiF)

Förderzeitraum: 01.12.2024-30.11.2025

Webseite

Elektrokinetische Techniken beruhen auf der Anwendung elektrischer Felder, um die Mobilität von Spezies in porösen Medien zu verbessern, und haben ein großes Potenzial in vielen Bereichen von Wissenschaft und Technik. Dieses Projekt konzentriert sich auf ihre Anwendung bei der Sanierung von kontaminierten Standorten und insbesondere auf die Kopplung der Elektrokinetik (EK) mit dem biologischen Abbau von Schadstoffen *in situ*. Das Projekt wird das Fachwissen über EK-Transportprozesse der Gruppe Aquatische Geochemie (Prof. Rolle) mit den Kompetenzen der Gruppe Wasser- und Umweltbiotechnologie (Dr. Agrawal) synergetisch kombinieren. Die erzielten Ergebnisse und das mechanistische Verständnis werden den Grundstein für die Anwendung der EK-unterstützten Bioremediation in größerem Maßstab bilden und die Ausweitung des vorgeschlagenen Ansatzes innerhalb und außerhalb des Bereichs der Boden- und Grundwassersanierung ermöglichen.



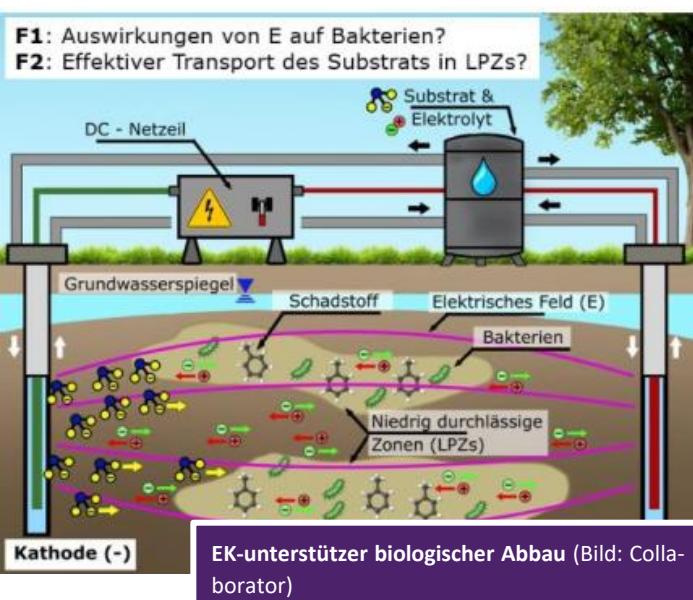
Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Janina Mattersdorf, M.Sc.



Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

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



3.2.5 WaReNam

Multi-Scale Water Reuse Strategy for Namibia: Technology, Governance and Capacity Development

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.06.2024-31.05.2027

Webseite

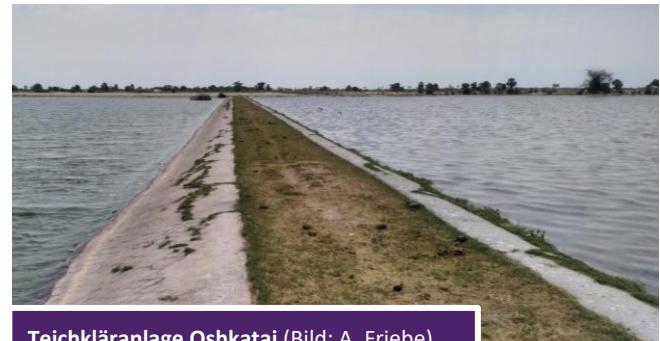
Die ganzjährige Versorgung mit sauberem Wasser stellt eine globale Herausforderung dar - besonders in Regionen mit ausgeprägter Wasserknappheit. Namibia, eines der trockensten Länder im südlichen Afrika, ist durch die Folgen des Klimawandels besonders gefährdet. Das WaReNam-Projekt hat das Ziel, gemeinsam mit und für Namibia eine nationale Strategie zur Wasserwiederverwendung zu entwickeln. Diese soll durch eine Diversifizierung der Wasserressourcen langfristig die Wassersicherheit verbessern.

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie leitet das Arbeitspaket Technology und erarbeitet, testet, optimiert geeignete Technologiekombinationen für landwirtschaftliche und industrielle Wiederverwendung. Die aktuelle Situation erfordert Lösungsansätze, die am besten zu den Bedingungen und Bedürfnissen Namibias und den spezifischen Anforderungen der beabsichtigte Wasserwiederverwendung passen. An zwei Pilotstandorten werden verschiedene Technologien für unterschiedliche Anwendungsbereiche getestet.

Die Umsetzung von Wasserwiederverwendungstechnologien erfordert neben technischen Innovationen auch die Neukonfiguration von Infrastrukturen und Organisationsstrukturen, institutionelle Anpassungsfähigkeit und politische Unterstützung auf allen Ebenen. Im Rahmen des Projekts werden kosteneffiziente und technisch einfache Lösungen entwickelt, die nachhaltig umgesetzt werden können.

Während der Implementation wird eine Co-Evaluierung durchgeführt, um die Wirksamkeit und die Auswirkungen der durchgeführten Maßnahmen kontinuierlich zu bewerten. Die erzielten Ergebnisse dienen als Grundlage für die Übertragung auf andere Standorte im nationalen und internationalen Kontext.

Gefördert wird das Projekt durch das BMBF im Rahmen des Programms „Water Security in Africa“ (WASA).



Teichkläranlage Oshkatai (Bild: A. Friebe)

3.3 Wissenschaftliche Arbeiten, Konferenzen und Veröffentlichungen

3.3.1 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Abbildung der Strömungsbedingungen in einem membranbelüfteten Biofilmreaktor mithilfe eines Komartmentmodells

Einfluss von Desorptionsprozessen bei dem Betrieb von granulierten Aktivkohlefiltern

Konzeptionierung und Umsetzung eines Fließzellen-Reaktor-Systems zur Visualisierung von Biofilmen mittels Laser-Scanning-Mikroskopie.

Stickstoffentfernung durch Deammonifikation: aktueller Stand auf Kläranlagen im deutschsprachigen Raum

Untersuchung des Einflusses der Phosphorkonzentration auf die Flockung von Pulveraktivkohle

Masterarbeiten

Abwassersurveillance von Krankheitserregern mittels molekularbiologischer Methoden am Beispiel von Tuberkulose - Ein One-Health-Ansatz

Case Study on the Energy Consumption and Carbon Footprint of Mainstream Deammonification Implementations in full-scale Wastewater Treatment Plants

Modellbasierte Untersuchung von Einflussgrößen auf das Ansiedlungspotential von lachgrasproduzierenden Bakterien im Belebtschlamm

Untersuchungen zur Herstellung und Performance von superfeinem Adsorbens zur Wasseraufbereitung

3.3.2 Teilnahme an Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Friebe, A., WaReNam Projekt Kick-Off, 23.09.2024, Windhoek, Namibia.

Friebe, A., WASA Kick-Off Konferenz, 25.-27.09.2024, Stellenbosch, Südafrika.

Kirchen, F., 13th Technologieforum des Kompetenzzentrums Spurenstoffe Baden-Württemberg (KomS), 05.06.2024, Bodensee.

Lackner, S. & Li, Q., Statusseminar der deutsch-israelischen Kooperation in der Wassertechnologieforschung, 18.-19.06.2024, Koblenz

Lackner, S., N-SUSTAIN in International Joint Research Labs (IJRL), 10.2024, Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT), Japan.

Wilbert, J., Unisense Workshop, 22.-24.10.2024, Aarhus, Dänemark.

3.3.3 Veröffentlichungen

Kaiser, T., Fundneider, T., Lackner, S., (2024). Biodegradation kinetics of organic micropollutants in biofilters for advanced wastewater treatment – Impact of operational conditions and biomass origin on removal. *Water Research X* 24, 100235.

<https://doi.org/10.1016/j.wroa.2024.100235>

Kirchen, F., Fundneider, T., Gimmel, L., Thomann, M., Pulfer, M., Lackner, S., (2024). Scattered and transmitted light as surrogates for activated carbon residual in advanced wastewater treatment processes: Investigating the influence of particle size. *Water Research X* 23, 100222. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2024.100222>

3.3.4 Konferenzbeiträge

Agrawal, S. & Mattersdorf, J. (2024). The removal performance of antimicrobial resistance by an ultrafiltration membrane: does the selection of target antimicrobial resistance genes make a difference? [Poster] In: *19th IWA Leading Edge Conference*. Essen.

Das, O. (2024). Die erste großtechnische Inbetriebnahme einer Deammonifikation im Teilstrom mit einem Membranbelüfteten Biofilmreaktor (MABR). [Vortrag] In: *IWA Nutrient Removal and Recovery (NRR)*. Brisbane, Australien.

Kaiser, T. (2024). Serial hybrid modeling approaches in response to data scarcity and lack of process understanding – GAC filtration as a typical example. [Poster] In: *9th IWA Water Resource Recovery Modelling Seminar (WRRmod 2024)*. University of Notre Dame, USA.

Lackner, S. & Das, O. (2024). The Worldwide First Full-Scale Sidestream PN/A MABR. [Vortrag] In: *14th IWA Specialized Conference on Large Wastewater Treatment Plants (LWWTP 2024)*. Budapest.

Lackner, S. (2024). Membrane Aerated Biofilm Reactors for Nitrogen Removal from Lab to Full-Scale. [Vortrag] In: *IWA Biofilms 2024*. Shanghai, China.

Li, Q. (2024). The Impact of Oxygen Partial Pressure on Nitrous Oxide Dynamics in MABR Biofilms. [Vortrag] In: *IWA Biofilms 2024*. Shanghai, China.

4 Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe (UaS) 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 Fachgebietes 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



4.1 Neuigkeiten aus dem Fachgebiet

Neue Mitarbeitende - Minyi Yin

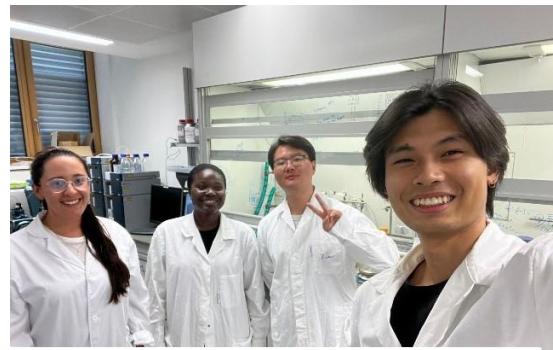
Minyi Yin, M.Sc., hat seinen Bachelor in Geoumwelttechnik im Rahmen eines Kooperationsprogramms sowohl an der TU Clausthal als auch an der Sichuan University (China) absolviert. Seinen Master in Umweltingenieurwissenschaften hat er an der TU Darmstadt abgeschlossen. In seiner Masterarbeit untersuchte er den Einfluss eines sekundären Oxidators, frei verfügbares Chlor (FAC), auf den Schadstoffabbau bei der ClO_2 -Wasserbehandlung. Seit dem 1. März 2024 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe unter der Leitung von Prof. Dr. Holger Lutze. Sein Hauptarbeitsgebiet ist die ClO_2 -Oxidation in der Wasserbehandlung. Dabei beschäftigt er sich unter anderem mit der Entwicklung verschiedener analytischer Methoden, grundlegenden Untersuchungen der Mechanismen von ClO_2 Reaktionen, der Bildung von Neben- und Transformationsprodukten sowie dem Einfluss der Wassermatrix auf die Oxidationsprozesse.



Minyi Yin. (Bild: Minyi Yin)

Besuch von Gastwissenschaftlerin Kelly Johana Castañeda

Im Jahr 2024 konnten wir für drei Monate Gastwissenschaftlerin Kelly Johana Castañeda aus der Arbeitsgruppe von Sixto Malato (Spanien) herzlich willkommen heißen. Kelly Castañeda arbeitete in unserem Team an der Entfernung von Schadstoffen während der oxidativen Wasseraufbereitung mit Ozon und Chlordioxid. Das FG UaS als auch Frau Castañeda konnten von dem intensiven wissenschaftlichen Austausch profitieren.



Von links nach rechts Kelly Johana Castañeda, Felicia Dzeble, Jie Ji und Minyi Yin. (Bild: Minyi Yin)

Wasser 2024

Vom 06. Mai bis 08. Mai 2024 fand die Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft in Limburg an der Lahn statt. Das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe war in diesem Jahr durch Professor Holger Lutze, Dr. Christiane Brockmann, und die wissenschaftlichen Mitarbeiter Sajjad Abdighahroudi, Jie Ji, Marcel Reusing und Minyi Yin gut vertreten. Sajjad Abdighahroudi hielt einen Vortrag mit dem Titel „Investigating the effect of intrinsically formed free available chlorine during oxidative water treatment with chlorine dioxide“.



v. l. n. r. erste Reihe Aline Baumgärtner, Jie Ji, Mohammad Sajjad Abdighahroudi, Holger Lutze, zweite Reihe, Minyi Yin, Christiane Brockmann, Marcel Reusing, Ursula Telgheder, dritte Reihe, Thomas Ternes, Urs von Gunten, Torsten Schmidt. (Bild: Sajjad Abdighahroudi)

Jie Ji, Marcel Reusing und Minyi Yin stellten ihre Arbeiten zu den Themen „Untersuchung der Kinetik der Ozon- und Peroxymonosulfatreaktion und ihrer Radikalbildung“, „Auswirkungen von Regenereignissen auf die Konzentrationen ausgewählter organischer Schadstoffe in der Modau“ und „Oxidation purinhaltiger DNA-Nukleobasen und ihrer aromatischen N-haltigen Modellheterocyclen durch Chlordioxid“ vor. Die nächste Wassertagung wird 2025 in Münster stattfinden.

Besuch der Micropol & Ecohazard in Taipeh, Taiwan

Im Juli 2024 besuchte das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe die Micropol & Ecohazard in Taipeh. Sajjad Abdi, Minyi Yin und Holger Lutze aus dem Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe hielten Vorträge über chlordioxid-basierte Wasseraufbereitung. Es war eine großartige Gelegenheit, unseren ehemaligen Postdoc Cheolyong Kim wiederzusehen und eine gute Gelegenheit sich mit Prof. Urs von Gunten und Junho Lee auszutauschen. Bestandteil der Konferenz war auch die beeindruckende Culture Night in Taipeh sowie ein Besuch des wunderschönen Stausees und der Trinkwasseraufbereitungsanlage in Taipei.



Im Gruppenbild (links) von links nach rechts: Minyi Yin, Nils Kelsch, Sajjad Abdi, Cheolyong Kim, Lilia Acosta, Anna-Sonia Kau, Holger Lutze, Max Zimmermann und Gen-Shuh Wang. (Bild: Holger Lutze)

Rhein_Ruhr_Main Talks 2024 in Essen



Teilnehmende der RRM-Talks.
(Bild: Ursula Telgheder)

Das diesjährige Treffen der Arbeitsgruppen Instrumentelle Analytische Chemie (Universität Essen), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), das Institut für Umwelt & Energie, Technik und Analytik (IUTA) und der AG Umweltanalytik und Schadstoffe (IWAR), fand am 27. September 2024 in Essen statt. Im Rahmen der Rhein_Ruhr_Main(RRM)-Talks wurden Vorträge zu verschiedenen Aspekten der Wasserqualität, Analytik und Verfahrenstechnik gehalten, die als Basis für Kollaborationen und den wissenschaftlichen Austausch dienten. Abgerundet wurden die RRM-Talks mit einem gemeinsamen Abendessen im wunderschönen Stadtteil Rüttenscheid in Essen.

Symposium zu Ehren von Professor Urs von Gunten in Denver, USA

Das Symposium ehrt Professor Urs von Gunten, der an der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) und der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) tätig ist. Er ist ein international anerkannter Experte für Oxidationsprozesse und hat mehrere renommierte Auszeichnungen erhalten. Prof. Dr. Holger V. Lutze wurde für einen Vortrag auf das dreitägige Symposium zu Ehren von Prof. Urs von Gunten mit dem Titel „Chlordioxid: Bildung von freiem Chlor in Reaktionen mit natürlicher und bakterieller organischer Substanz“, eingeladen. Dieses Symposium fand im Rahmen der ACS Fall Konferenz in Denver (August 2024) statt. Alle Referenten erhielten ihr eigenes Element in Prof. von Guntens eigener Fassung des Periodensystems der Elemente – Holger Lutze erhielt das Element „Lutzium“. Das Symposium wurde von Virender Sharma (Texas A&M University), Yunho Lee (Gwangju Institute of Science and Technology) und Michael Dodd (University of Washington) organisiert.



Teilnehmende des Symposiums. (Bild: Holger Lutze)

Workshop “Sustainable Wastewater Management in Africa and Europe”

Vom 18. bis 20. November 2024 fand im Fürstensaal des Karlson Darmstadt (am Hauptbahnhof Darmstadt) der Workshop “Sustainable Wastewater Management in Africa and Europe - Advancing Technologies and Inclusive Strategies” statt. Der Workshop ist Teil des DAAD-Projektes „Green Waste and Water Management for a Sustainable Africa“ (W²4Africa) und wurde auch aus Mitteln des DAAD gefördert. Der Workshop diente dem Austausch von Forschungsergebnissen und Erfahrungen sowie der Präsentation innovativer Lösungen zur Bewältigung aktueller Herausforderungen der Abwasserbehandlung in Afrika und Europa. Insgesamt 130 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Wissenschaft und Praxis sowie Studierende beider Kontinente kamen zusammen, um sich zu vernetzen und die vorgestellten innovativen Lösungen im Bereich der Abwasserbehandlung sowie bestehende Hemmnisse und Probleme solcher Lösungen im afrikanischen Kontext zu diskutieren. Diese Veranstaltung ermöglichte es mehreren Vertreterinnen und Vertretern der drei am W²4Africa Projekt beteiligten Partneruniversitäten Cadi Ayyad in Marrakesch, Abdelmalek Essaadi in Tétouan und Nangui Abrogoua in Abidjan nicht nur an dem Workshop teilzunehmen, sondern sich auch aktiv durch die Präsentation ihrer aktuellen Forschungsprojekte einzubringen und sich mit den Teilnehmenden aus Industrie und Forschung zu vernetzen.



Gruppenbild mit den Teilnehmenden des Workshops des ersten Tages
(Bild: Minyi Yin)

4.2 Forschungsprojekte des Fachgebiets

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

Fördergeber: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD)

Förderzeitraum: 2022 - 2026

Webseite: -

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

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

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

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



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

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

4.2.2 Oxidative Entfernung von persistenten Schadstoffen mittels der Reaktion von Ozon und Peroxymonosulfat

Fördergeber: China Scholarship Council (CSC)

Förderzeitraum: 2022 - 2026

Webseite: -



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe
Jie Ji, M. Sc.
Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze

Die Ozonung wird bereits vielfach zur Oxidation von Schadstoffen sowie zur Desinfektion und Inaktivierung von Pathogenen eingesetzt. Um die Oxidationswirkung zu verstärken, werden O_3 -basierte Advanced Oxidation Processes (AOPs) wie O_3/UV , O_3 /Wasserstoffperoxid (H_2O_2), O_3 /Hydroxylamin eingesetzt. Dadurch können hochreaktive Spezies gebildet werden, die auch sehr persistente Schadstoffe abbauen.

In der Kombination von O_3 mit Peroxomonosulfat (PMS) können Sulfatradikale gebildet werden, die sehr persistente Schadstoffe abbauen können. PMS weist eine ähnliche Peroxo-Bindung wie H_2O_2 auf, was darauf hindeutet, dass PMS leicht aktiviert werden kann. Auf diese Weise kann die Radikalproduktion während der Ozonung verstärkt werden.

In diesem Projekt wurde bislang die Reaktionskinetik für die Reaktion von O_3 und PMS untersucht. Darüber hinaus wurden para-Chlorbenzoësäure und para-Nitrobenzoësäure als Indikatorverbindungen ausgewählt, um die Auswirkungen von natürlicher organischer Materie (NOM) und Chlorid auf die Radikalbildung im O_3/PMS -System zu untersuchen. Das Potential dieses Oxidationssystems Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) abzubauen, wird in diesem Projekt untersucht.

4.2.3 Analytische Begleitung des Pestizidreduktionsplans Hessen

Fördergeber: Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Förderzeitraum: 2023 - 2024

Webseite: -

Im Zuge der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) überwacht das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) seit 2007 die Konzentrationen von Spurenstoffen in hessischen Oberflächengewässern. Vor allem in landwirtschaftlich geprägten Räumen wurde dabei beobachtet, dass sowohl nach OGewV prioritäre Pflanzenschutzmittel (PSM) als auch rein national geregelte PSM in hessischen Fließgewässern zum Teil ganzjährig nachgewiesen werden konnten. Zudem zeigen sich mit Blick auf die Eintragspfade weiterhin viele offene Fragen, beispielsweise nach der Ursache für hohe Einträge über kommunale Kläranlagen oder auch der Bedeutung der unterschiedlichen Anwendungsbereiche von PSM/Pestiziden in unterschiedlichen Bereichen (Landwirtschaft, Biocide etc.).

Zum Schutz von Biodiversität und Umwelt ist das Land Hessen bestrebt, ihre Einsatzmenge bis 2030 um mindestens 30 % zu reduzieren. Für den Erfolg sollen zahlreiche kooperative und freiwillige Maßnahmen sorgen, die verschiedene Akteure miteinschließen.

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen dem HLNUG, dem Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe, und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) soll die Wirksamkeit der Maßnahmen innerhalb der Oberflächengewässer überprüft werden. Da die genaue Dynamik und die Mechanismen der Pestizideinträge noch nicht ausreichend bekannt sind, ist das Ziel der Kooperation, die systematische Untersuchung der PSM. Dies geschieht bezüglich deren Vorkommen, Eintragspfaden und Verhalten in hessischen Fließgewässern. Zu diesem Zweck werden einzelne repräsentative Wasserkörper unter Einsatz modernster Spurenanalytik untersucht.

Während die BfG durch Non-Target-Analytik (NTA) eine Übersicht der vorkommenden Pestizide erstellt, quantifiziert das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe in den gesammelten Proben über 50 Pestizide und Pestizidmetabolite. Das Fachgebiet UaS entwickelt hierfür analytische Methoden zur Bestimmung von PSM und Abwassertracern (z.B. Carbamazepine, Diclofenac) im Bereich von Nanogramm pro Liter. Außerdem wird deren Verhalten (Abbau und Bildung von Transformationsprodukten und Metaboliten) in Fließgewässern erforscht. In Kombination sollen NTA und Target-Analytik ein möglichst vollständiges Bild über die wichtigsten vorkommenden PSM liefern. Die neuen Erkenntnisse aus des Monitoring-Programms, sollen es später ermöglichen, effektive Empfehlungen an Landwirtschaft, Kommunen und Privathaushalte zu geben.



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Marcel Reusing, M.Sc.

Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze

4.2.4 Reaktionen von Chlordioxid mit stickstoffhaltigen Schadstoffen in der Wasseraufbereitung: Mechanismen und Produktbildung

Fördergeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderzeitraum: 2023 - 2027

Webseite: -



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Minyi Yin, M.Sc.

Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze

Chlordioxid (ClO_2) wird weltweit zur Oxidation und Desinfektion eingesetzt – gleichzeitig ist über die genauen Reaktionspfade des Chlordioxids noch wenig bekannt. So haben erst kürzlich erschienene Arbeiten gezeigt, dass es bei der Reaktion von ClO_2 zur Bildung von freiem Chlor kommen kann. Dieses muss bei der Desinfektion und dem Schadstoffabbau sowie bei der Bildung von Transformations- und Nebenprodukten berücksichtigt werden. Das vorliegende Projekt behandelt die Reaktionen von ClO_2 mit Schadstoffen. Dabei sollen N-haltige Verbindungen untersucht werden, die einen Großteil der in der aquatischen Umwelt vorhandenen Schadstoffe ausmachen.

Ziel der Untersuchungen ist es, zunächst die pH-wertabhängige Reaktionskinetik von N-haltigen organischen Modellverbindungen zu bestimmen. Dies dient dem Zweck Stoffe zu identifizieren, die ein hohes Abbaubarkeitspotenzial durch ClO_2 haben. Danach werden die elementaren Reaktionsschritte anhand der "reaktiven" Modellverbindungen untersucht und Reaktionsmechanismen ermittelt. Hierbei werden auch sekundäre Oxidationsmittel, die aus der Reaktion von ClO_2 entstehen können (freies Chlor und freies Brom und Iod), erfasst. Die mechanistischen Untersuchungen umfassen zudem die bisher kaum diskutierte Rolle des Sauerstoffs und der Peroxylradikale in ClO_2 -Reaktionen.

4.2.5 W²4Africa

Green Waste and Water Management for a Sustainable Africa

Fördergeber: Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD)

Förderzeitraum: 2023 - 2026

Webseite: -

Das W²4Africa-Projekt hat zum Ziel, die Herausforderungen des Klimawandels in Afrika anzugehen, indem es sich auf die nachhaltige Abfall- und Wasserwirtschaft konzentriert. In Kooperation mit der Universität Nangui Abrogoua, der Universität Cadi Ayyad, der Universität Abdelmalek Essaadi sowie der INGUT GmbH werden gezielte Lösungen entwickelt, um wichtige Ressourcen zu erhalten und den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wohlstand zu fördern.

Zu den Hauptzielen gehören ein innovatives Abfallmanagement zur Wiederverwendung von Ressourcen und zur Verringerung von Schadstoffen sowie neue Wasseraufbereitungsmethoden, um hygienisch einwandfreies Wasser zu gewährleisten. Das Projekt beinhaltet eine wissenschaftliche Zusammenarbeit durch Studierendenaustausch und Lehrprogramme, die Themen wie analytische Chemie, Wasseraufbereitung, Abfallwirtschaft und grüne Energie umfassen.

Im Jahr 2024 ermöglichte das Projekt drei Promovierenden der Partneruniversitäten Cadi Ayyad, Abdelmalek Essaadi und Nangui Abrogoua einen Forschungsaufenthalt an der TU Darmstadt zwischen Juli und September 2024. Während ihres Forschungsaufenthaltes haben die drei Promovierenden Haitam Madouani, Ibtissam Boussaksou und Akeyt Richmond Herve Koffi Zugang zu den Analysegeräten im IWAR Labor erhalten. Dort konnten sie im Rahmen ihrer Doktorarbeit Versuche fahren und Analysen durchführen.

In 2025 und 2026 werden jährlich mehrere Promovierende und auch Masterstudierende aus den drei Partneruniversitäten an der TU Darmstadt einen Forschungsaufenthalt absolvieren, um an ihren Doktor- bzw. Masterthesen zu arbeiten.

Ziele des Projektes sind die Befähigung der afrikanischen Partner zur Umsetzung nachhaltiger Lösungen, die Einbeziehung der Wirtschaftspartner in die Projektsschritte und die Integration neuer Lehrveranstaltungen an den Universitäten, um qualifiziertes Personal auszubilden, das in der Lage ist, die Folgen des Klimawandels zu bewältigen. Letztlich zielt das Projekt darauf ab, durch den Schutz wichtiger Ressourcen Wohlstand in Afrika zu erhalten und aufzubauen.



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Dr.-Ing. Alessio Campitelli
Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze

4.2.6 MBR-Vorbehandlung von Abwasser zur Verringerung der benötigten Ozondosierung

Fördergeber: MANN+HUMMEL

Förderzeitraum: 2024 - 2025

Webseite: -



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Jie Ji, M. Sc.

Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze

Das Kooperationsprojekt mit MANN+HUMMEL besteht darin, zwei Arten von Abwasser durch Ozonierung zu behandeln. Hauptziel ist es, die Auswirkungen der MBR(„Advanced Membrane Bioreactor“)-Vorbehandlung auf die nachgeschaltete Ozonierung und den Vergleich zur konventionellen Ozonierung von Kläranlagen zu identifizieren und die Ozonkonzentration durch MBR-Vorbehandlung so weit wie möglich zu reduzieren. Bei den beiden Abwasserproben handelt es sich um membrangefilterten Kläranlagenablauf und um Ablauf einer gewöhnlichen Kläranlage. Der DOC-Wert dieser beiden Proben beträgt 4,9 mg/L für den membrangefilterten Ablauf bzw. 5,9 mg/L für den ungefilterten Ablauf.

Es wurden drei verschiedene Ozondosen angewendet, 0,3, 0,5 und 0,8 mg O₃/mg DOC. Parameter wie O₃-Exposition, ·OH-Exposition, Reduzierung von Mikroverunreinigungen und Brombildung wurden analysiert. Für die O₃-Expositionen und ·OH-Expositionen dieser beiden Wasserproben wurden bei gleicher O₃-Dosierung keine großen Unterschiede festgestellt. Die Ozonkonzentration wurde iterativ auf 0,3 mg O₃/mg DOC reduziert, wobei eine 80 % Entfernung ausgewählter organischer Mikroverunreinigungen erreicht wurde. Die Tendenz zur Bromatbildung war auch in beiden Abwasserproben ähnlich. Selbst bei höchster O₃-Dosierung wurde in beiden Abwasserproben nur etwa 2 µg/L Bromat gebildet, das noch unter der regulierten Konzentration (10 µg/L) liegt.

4.2.7 Entwicklung eines neuen auf Chlordioxid basierten Verfahrens zur selektiven Elimination von Sulfit und Sulfid in stark zehrenden Industrieabwässern zum vorbeugenden Bautenschutz

Fördergeber: AIF ZIM

Förderzeitraum: 2024 - 2026

Webseite: -

Sulfit ist ein wichtiger Zusatzstoff in der Lebensmittelindustrie, welcher z.B. zur Desinfektion in der Flaschenabfüllung etwa von Säften und Wein eingesetzt wird. Dabei entstehen sulfithaltige Abwässer, die unter anaeroben Bedingungen u.a. zur Bildung von toxischem Schwefelwasserstoff (H₂S) führen. H₂S führt durch Geruchsbelastung zu einer starken Verschlechterung der Lebensqualität und initiiert die biologische Beton- und Eisenkorrosion. Beides führt zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden. Im Rahmen des Projektes soll durch ein auf Chlordioxid (ClO₂) basierendes Verfahren selektiv Sulfit in industriellem Abwasser abgebaut werden. Dadurch könnten die Gesundheit und Lebensqualität im städtischen Raum sehr stark verbessert und biokorrosionsbedingte Kanalschäden minimiert werden. In diesem Projekt arbeiten die a.p.f Aqua System AG, die Weinkellerei Reh Kendermann und das Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe zusammen.



Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

Dr. rer. nat. Sajjad Abdighahroudi
Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

4.3 Wissenschaftliche Arbeiten, Konferenzen und Veröffentlichungen

4.3.1 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

An Overview of Catalyst- Catalyst-Embedded Materials for Organic Pollutant Mitigation from Rainwater Runoff

4.3.2 Teilnahme an Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Sheikh Asadi, A.M., Co-UDlabs, 1.03.2024-14.03.2024 & 1.04.2024-28.06.2024 & 1.09.2024-14.09.2024, A Coruña, Spain

Abdighahroudi, S.; Jie, J.; Lutze, H.; Sheikh Asadi, A.M.; Yin, M., RMMTalks 26.09.2024 – 27.09.2024, Essen, Germany

Abdighahroudi, S.; Jie, J.; Lutze, H.; Reusing, M; Sheikh Asadi, A.M.; Yin, M., Workshop Sustainable Wastewater Management in Africa and Europe, 18.11.2024 – 20.11.2024, Darmstadt, Germany

4.3.3 Veröffentlichungen

Asadi, A. M. S., Cichocki, Ł., Atamaleki, A., Hashemi, M., Lutze, H., Imran, M., ... & Boczkaj, G. (2024). Catalysts for advanced oxidation processes: Deep eutectic solvents-assisted synthesis—A review. *Water Resources and Industry*, 31, 100251. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2024.100251>

Bagheri, A., Fallah, A., Karczewski, J., Eslami, A., Asadi, A. M. S., & Boczkaj, G. (2024). Investigating COVID-19 active pharmaceutical ingredients (APIs) degradation using Peroxydisulfate/FeMnOx binary metal oxide/Ultrasound System. *Water Resources and Industry*, 31, 100232. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2023.100232>

Debusmann, P., Kim, C., Abdighahroudi, S., Schumacher, J., & Lutze, H. (2024). AktivFlock—eine Kombination von Flockung und Oxidation zur weitergehenden Behandlung von Kläranlagenabläufen. *Vom Wasser*, 122(2), 48-49. <https://doi.org/10.1002/vomw.202400012>

Ghorbanian, M., Naimi, N., Shekarian, F., Teymoorian, N., Kaveh, A., Atamaleki, A., Sheikh Asadi, A. M. (2024). Potentially toxic elements in bread produced in Iran: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/03067319.2024.2441467>

Hübner, U., Spahr, S., Lutze, H., Wieland, A., Rüting, S., Gernjak, W., & Wenk, J. (2024). Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment—Guidance for systematic future research. *Heliyon*.

Jütte, M., Heyns, J., Abdighahroudi, M. S., Schüth, C., & Lutze, H. V. (2024). Reaction of methionine with chlorine: kinetics, product formation, and potential use as a scavenger in chlorine dioxide-based systems. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 10(2), 457-466. <https://doi.org/10.1039/D3EW00216K>

Mutke, X. A., Swiderski, P., Drees, F., Akin, O., Lutze, H. V., & Schmidt, T. C. (2024). Efficiency of ozonation and sulfate radical-AOP for removal of pharmaceuticals, corrosion inhibitors, X-ray contrast media and perfluorinated compounds from reverse osmosis concentrates. *Water Research*, 255, 121346. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121346>

Zhao, R., Chew, Y. J., Hofman, J. A., Lutze, H. V., & Wenk, J. (2024). UV-induced reactive species dynamics and product formation by chlorite. *Water Research*, 264, 122218. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122218>

Zhuang, Y., Spahr, S., Lutze, H. V., Reith, C. J., Hagemann, N., Paul, A., & Haderlein, S. B. (2024). Persulfate activation by biochar and iron: Effect of chloride on formation of reactive species and transformation of N, N-diethyl-m-toluamide (DEET). *Water Research*, 265, 122267. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122267>

4.3.4 Konferenzbeiträge

Abdighahroudi, S. (2024, Juni). ClO₂ Oxidation of DNA Nucleobases and Their Model Aromatic N-containing Heterocycles. [Präsentation] In: 13th IWA Micropol and Ecohazard Conference, Taipei, Taiwan.

Baumgärtner, A., Urban, W., Al-Towaie, H., Sheikh Asadi, A.M., Lutze, H.V. (2024, Mai). Integrated Analysis for Long-Term Use of Groundwater Resources in Mexico City. [Poster] In: Wasser - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft. Limburg.

Jie Ji (2024, Mai). The investigation of the kinetics of ozone and peroxyomonosulfate reaction and abatement of probe compound [Posterpräsentation] In: Wasser - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft. Limburg.

Lutze, H. (2024, Juni). Chlorine dioxide: Formation of secondary oxidants in reactions of organic and inorganic compounds. [Workshop] In: 13th IWA Micropol and Ecohazard Conference, Taipei, Taiwan.

Lutze, H. (2024, November). AktivFlock – A combination of flocculation and Oxidation for wastewater treatment. [Präsentation] In: Workshop Sustainable Wastewater Management in Africa and Europe. Darmstadt.

Lutze, H. (2024, August). Chlorine dioxide: Formation of Free chlorine in reactions with natural and bacterial organic matter. [Präsentation] In: ACS Fall 2024 – Symposium zu Ehren von Urs von Gunten, Denver, USA.

Reusing, M., Abdighahroudi, S., Schueth, C., Lutze, H. (2024, Mai). The effects of rain events on the concentrations of selected organic pollutants in the Modau. [Posterpräsentation] In: Wasser - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft. Limburg.

Reusing, M. (2024, November). Occurrence of pesticides and other organic pollutants in small Hessian streams and the influence of rain events. [Präsentation] In: Workshop Sustainable Wastewater Management in Africa and Europe. Darmstadt.

Sheikh Asadi, A.M., Reusing, M., Lutze, H.V. (2024, Mai). Emission of Biocides from Old and New Bituminous Roofing Sheets. [Poster] In: Wasser - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft. Limburg.

Yin, M. (2024, Mai). Chlorine dioxide oxidation of DNA nucleobases and their model aromatic Ncontaining heterocycles. [Poster] In: Wasser - Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft. Limburg.

Yin, M. (2024, Juni). Investigating the effect of intrinsically formed free available chlorine during oxidative water treatment with chlorine dioxide. [Präsentation] In: 13th IWA Micropol and Ecohazard Conference, Taipei, Taiwan.

Yin, M. (2024, September). Dealing with free chlorine - pitfalls and workarounds. [Präsentation] In: Rhein Ruhr-Main Talk 2024. Essen.

5 Arbeitsgruppe Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Das Fachgebiet „Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR)“ wurde am 01.10.2013 aus den früheren Fachgebieten „Industrielle Stoffkreisläufe“ und „Abfalltechnik“ des Instituts IWAR unter der Leitung von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek gegründet. Liselotte Schebek wurde 2000 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 als Leiterin der Zentralabteilung technikbedingte Stoffströme am Institut für Technische Chemie (seit 2008 am Institut für Technikfolgenabschätzung) des KIT, früher Forschungszentrum Karlsruhe, tätig. Das 2013 gegründete Fachgebiet SuR führte die Forschungsschwerpunkte von Frau Prof. Schebek am KIT und im FG Industrielle Stoffkreisläufe fort, insbesondere die Nachhaltigkeitsbewertung unter Anwendung der Methoden des LCA und der Stoffstromanalyse, und integrierte die Bereiche der Kreislaufwirtschaft und Umweltanalytik aus dem ehemals von Prof. Dr. Johannes Jäger geleiteten Fachgebiet Abfalltechnik. Seit 2016 ist Frau Prof. Schebek darüber hinaus als wissenschaftliche Beraterin für den Bereich „Sekundärwertstoffe“ an der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (FhG IWKS) tätig.

Frau Prof. Schebek trat am 30.09.2023 in den Ruhestand. Seit dem 01.10.2023 wird das Fachgebiet als Arbeitsgruppe SuR unter der Leitung von Frau Dr. techn. Alice Lopes, Frau Dr.-Ing. Steffi Weyand und Frau Dr. Sc. Vanessa Zeller bis zum Ende der geplanten Abwicklung Ende 2025 am Institut IWAR weitergeführt.

Die aktuellen Lehr- und Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe SuR behandeln Fra gestellungen der Ressourcen- und Energieeffizienz und der Kreislaufwirtschaft unter Anwendung und Weiterentwicklung systemanalytischer Methoden wie dem Life Cycle Assessment (Ökobilanzen) und der Material Flow Analysis (Stoffstromanalyse). Aktuelle Themenschwerpunkte sind Circular Economy und Kreislaufwirtschaft, Digitalisierung und Bioökonomie. Unter Nutzung spezifischer Software und Datenbanken werden in interdisziplinären Verbundprojekten die Umweltwirkungen von Produkten, innovativen Technologien oder regionalen Stoffstromsystemen analysiert und der Beitrag von Strategien und Maßnahmen in unterschiedlichen Wirtschaftsbe reichen zur Verminderung von Treibhausgasen, Rohstoffverbräuchen und Umweltwirkungen ermittelt. Im Hinblick auf die Entscheidungsunterstützung für Akteure in Wirtschaft, Politik und Forschung sind zukunftsbezogene Untersuchungen von besonderer Relevanz: hier setzt die Arbeitsgruppe einen Schwerpunkt auf Szenario Analysen, die zukünftige Entwicklungen modelltechnisch simulieren und unterschiedliche Handlungsoptionen vergleichen.

Die Kooperation der Arbeitsgruppe SuR mit der FhG IWKS wurde 2023 intensiviert, indem die drei Arbeitsgruppenleiterinnen nun in Personalunion die Leitung der Arbeitsgruppe LCA am FhG IWKS übernommen haben. Damit wird die umfangreiche Expertise der Arbeitsgruppe SuR in den Aufbau zukunftsbezogener innovativer For schungsthemen in den Bereichen Circular Economy und Klimaschutz sowie Digitali sierung und Ressourceneffizienz eingebracht.

Arbeitsgruppenleitung Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft



Dr. Sc. Vanessa Zeller



Dr. techn. Alice Lopes



Dr.-Ing. Steffi Weyand

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



5.1 Neuigkeiten aus dem Fachgebiet

Vernetzungstreffen 2024 der KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen



Würdigung KI-Leuchttürme.
(Bild: Alice Lopes)

Am 11. Juni 2024 nahmen Dr. Alice do Carmo Precci Lopes (TU Darmstadt) und Raphael Zimmermann (GreenDelta GmbH) am KI-Vernetzungstreffen 2024 der BMUV-Förderinitiative "KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen" im Impact Hub Berlin. Das Treffen wurde von Dr. Bettina Hoffmann, Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, eröffnet. Dr. Hoffmann vergab ebenfalls Auszeichnung an 13 abgeschlossene KI-Leuchtturmprojekte, inklusive an das Projekt ReCircE - Digital Lifecycle Record for the Circular Economy – transparente Gestaltung von Stoffkreisläufen und Optimierung von Abfallsortierung mithilfe von Künstlicher Intelligenz, an dem das FG SuR mitgearbeitet hat. Das Treffen ermöglichte den Erfahrungsaustausch zwischen den verschiedenen Projekten der KI-Leuchttürme, den Aufbau

von Synergien für künftigen Projekten sowie spannenden Diskussionen zum Thema Ressourcenschonung und Klimaschutz mit KI. Zusätzliche Informationen über das KI-Vernetzungstreffen erhalten Sie unter diesem [Link](#).

Athene Young Investigator Appreciation Day 2024



Dr. Arne Scholtissek und
Dr. Sc. Vanessa Zeller mit Prof.
Franziska Lang am AYI Appreciation Day 2024 in Darmstadt.
(Bild: Vanessa Zeller)

Am 21. Mai 2024 fand zum zweiten Mal der Athene Young Investigator Appreciation Day – dieses Jahr im inspirierenden Ambiente des Lichtenberg Hauses in Darmstadt – statt. Unter dem Motto „Wissenschaftskommunikation“ kamen zahlreiche Teilnehmende zusammen, um die Errungenschaften der Athene Young Investigators (AYIs) zu würdigen und die Bedeutung der Wissenschaftskommunikation zu diskutieren.

Für den Fachbereich 13 war Dr. Sc. Vanessa Zeller vertreten, deren AYI-Status nach erfolgreicher Zwischenevaluation im Februar 2024 um weitere zwei Jahre verlängert wurde. Auf der Veranstaltung wurden die Leistungen aller Teilnehmenden von der Vizepräsidentin der TU Darmstadt, Frau Prof. Dr. Franziska Lang gewürdigt. Ein Höhepunkt der Veranstaltung war die Diskussion über die Rolle der AYIs als Treiber wissenschaftlicher Innovation und der Austausch mit den geladenen Expert:innen aus dem Bereich Wissenschaftskommunikation. Besonders war die Ernennungszeremonie, mit der neue AYIs offiziell in das Programm aufgenommen wurden. Der Appreciation Day bot nicht nur eine Plattform zur Anerkennung herausragender Leistungen, sondern auch Raum für Austausch und Inspiration.

5.2 Forschungsprojekte des Fachgebiets

5.2.1 TransRegBio

Transformationsanalyse und Gestaltungskonzepte für eine regionale Bioökonomie



Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.12.2019 – 31.12.2025

Webseite: https://www.iwar.tu-darmstadt.de/sur/forschung_sur/projekte_sur/transreg.de.jsp

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 mit der Ernährungssicherheit einer wachsenden Weltbevölkerung stehen. 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 BMBF 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.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Dr. Sc. Vanessa Zeller



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Almut Güldemund, M.Sc.
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke

5.2.2 LIFE-3E

Environment-Energy-Economy



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Dr.-Ing. Steffi Weyand
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

Fördergeber: European Union - LIFE programme

Förderzeitraum: 01.10.2020 – 30.09.2024

Webseite: <https://life3e.eu/inicio>

Das Projekt zielt darauf ab, ein innovatives Verfahren zu entwickeln und zu demonstrieren, dass die Nachhaltigkeit von Kläranlagen in Küstengebieten fördert. Dies soll erreicht werden, 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 Abwässern 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.

5.2.3 Campus FreeCity

Reallabor zur Erforschung einer vernetzten Flotte modularer Roboterfahrzeuge

Fördergeber: Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)

Förderzeitraum: 24.11.2021 – 31.10.2025

Webseite: <https://www.campusfreecity.de/>



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.

Ziel des Projektes ist es, die ökologischen Auswirkungen der Einführung von autonomen Transportsystemen für den öffentlichen Verkehr und den Gütertransport zu bewerten. Hierzu werden beide Dienstleistungen ökobilanziell miteinander verglichen. 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.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
Dr.-Ing. Steffi Weyand



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
Albert-Jan van Zuilichem, M.Sc.
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke



Symbolbild für vernetzte Roboterfahrzeuge
(Foto: EDAG Groupe)

5.2.4 Kreislauf E-Wende

Kreislauffähige Energiewende: Bilanzierung der Minderung von Treibhausgasen durch zukünftige Materialkreisläufe im Lebenszyklus energetischer Anlagen und Komponenten

Fördergeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderzeitraum: 01.01.2022 – 31.03.2025

Webseite: <https://www.ffe.de/projekte/kreislauffaehige-energiewende/>

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

Die Aufgaben der Arbeitsgruppe SuR umfassen das Teilverhaben „Analyse von Maßnahmen der Circular Economy, Recyclingszenarien und Substitutionspotentiale“. In diesem wird untersucht, welche Maßnahmen der Circular Economy im Kontext von Technologien der Energiewende besondere Relevanz haben. Für diese Maßnahmen werden Methoden zur Bewertung des Treibhausgasminderungspotenzials und der Reduzierung kritischer Rohstoffe entwickelt. Ein besonderer Fokus liegt auf der Bilanzierung von Recyclingtechnologien und Substitutionseffekten. Die Methoden werden genutzt, um Handlungsempfehlungen für die Bilanzierung von Maßnahmen der Circular Economy zur Treibhausgasreduzierung zu entwickeln und industriellen Anwendern zur Verfügung zu stellen.

Das dreijährige Projekt wird von der Arbeitsgruppe SuR koordiniert. Weitere Projektpartner sind die Hochschule Pforzheim, die Forschungsstelle für Energiewirtschaft und die Siemens Energy AG.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Dr.-Ing. Steffi Weyand



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Chunyu Miao, M.Sc.
Dr. Sc. Vanessa Zeller

5.2.5 PotAMMO

Potenzziale der Aquiferwärmespeicherung in den Modellregionen Mannheim und Offenbach

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.08.2022 – 31.07.2025

Webseite: <https://de.linkedin.com/company/potammo>

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

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

Gestützt wird die Potenzialausweisung durch a) thermo-hydraulische Speichersimulationen sowie b) die dynamische Gesamtsystemmodellierung. Dies stellt sicher, dass das thermodynamische Systemverhalten und die Interaktion der Systemkomponenten berücksichtigt werden und deren erheblicher Einfluss auf die technischen Potenziale quantifiziert werden kann. Darauf aufsetzend werden durch die lebenszyklusbasierte Berechnung von Wärmegestehungskosten und Treibhauspotenzialen Umsetzungsstrategien für die ATES-Integration in den Modellregionen unter Kosten-Nutzen-Kriterien entwickelt.

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



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Niklas Scholliers, M.Sc
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. habil. B. Lehmann

5.2.6 K3I-Cycling

KI gestützte Optimierung der Kreislaufführung von Kunststoffverpackungen als Teil des KI-Anwendungshubs Kunststoffverpackungen

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.09.2022 – 31.08.2025

Webseite: <https://ki-hub-kunststoffverpackungen.de/k3i-cycling>

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

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

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



5.2.7 RessStadtQuartier2

Urbanes Stoffstrommanagement: Instrumente für die ressourceneffiziente Entwicklung von Stadtquartieren



Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum: 01.09.2022 – 31.08.2024

Webseite: <https://www.resquartier.de/index.html>

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

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Folgeprojekt RessStadtQuartier2 die Ziele, den „Werkzeugkasten Ressourceneffizienz“ für ein quartiersbezogenes Stoffstrommanagement in der Praxis zu etablieren, diese im Rahmen realer Planungsprozesse zu erproben und je nach Anwendungsbedarf weiterzuentwickeln. Der entwickelte Werkzeugkasten soll an verschiedensten Anwendungsfeldern in realen Planungsprozessen eingesetzt werden und somit die Ressourceneffizienz von Stadtquartieren systematisch erhöhen. Die direkte Verwertung der Projektergebnisse erfolgt sowohl in der beteiligten Stadt Darmstadt als auch in den assoziierten Partnerstädten Wiesbaden, Bensheim, Gemeinde Münster (Hessen) und Gemeinde Otzberg sowie in Immobiliengesellschaften. Dies umfasst einerseits die Verfestigung von Planungsprozessen und die Entwicklung von Leitbildern für ein „Ressourceneffizientes Stadtquartier“, die von den Städten beabsichtigt sind. Zum anderen werden die Erkenntnisse zur Ressourceneffizienz in Form eines zu entwickelnden Geschäftsmodells in die breite Anwendung gebracht und für weitere potentielle Anwender wie Kommunen, Immobiliengesellschaften etc. zugänglich gemacht.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Dr.-Ing. Steffi Weyand
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

5.2.8 2EnArgus3.0

KI-gestütztes Informationssystem Energieforschungsförderung



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Dr. Sc. Vanessa Zeller

Fördergeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderzeitraum: 01.11.2022 – 31.10.2025

Webseite: <https://enargus.de/>

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

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

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



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Tabea Hagedorn M.Sc.



AG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Albert-Jan van Zuilichem, M.Sc.
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke

5.3 Wissenschaftliche Arbeiten, Konferenzen und Veröffentlichungen

5.3.1 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Mechanische Aufbereitung von Elektroschrott mittels elektrohydraulischer Zerkleinerung

Effiziente Sammlung von Wertstoffen: Potenziale und Herausforderungen des Unterflurcontainersystems in deutschen Städten anhand der Beispielstadt Darmstadt

Masterarbeiten

Technical, market and material flow analysis of the circular economy measures for rare earth elements (REEs) in magnets for wind power plants

Hochskalierung von Sachbilanzdaten für umgekehrte Elektrodialyse-Systeme: eine Fallstudie

An Analysis of the Actors in the Waste Management Industry With regard to the Barriers and Incentives of the Circular Economy

Entwicklung und Anwendung einer Erweiterung des LC-Quartier-Tools um Neubauten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Energietechnologien

Assessing the Impact of Input Data on accuracy and consistency of Life Cycle Assessment results

Life Cycle Analysis of Power-to-Ammonia concepts

Technisch-wirtschaftliche Bewertung und Analyse des Abwärmerückgewinnungssystems von Hochleistungs-Computerclustern

Untersuchung der Umweltwirkungen des Closed Loop Recyclings von Stahl mittels Life cycle Assessment für Stahlanwendungen in Fahrzeugen

Substitutionswirkung von Kunststofffrezyklen in der Ökobilanzierung - Methodenentwicklung und Anwendung

Ökobilanz über die Wege zur CO₂-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung für eine Müllverbrennungsanlage

Effiziente Sammlung von Wertstoffen: Potenziale und Herausforderungen des Unterflurcontainersystems in deutschen Städten anhand der Beispielstadt Darmstadt

5.3.2 Teilnahme an Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Hagedorn, T.; Scholliers, N. (13.-15.05.2024). Advanced LCA – Consequential and IO-based life cycle assessment. PhD Course, Aalborg, Denmark.

Jäger, A. (13.-14.03.). 6. Praxisforum Kunststofffrezyklate. Darmstadt, Germany.

Jäger, A. (17.04.2024). Vom drehenden Windrad in den Kreislauf der Wiederverwertung. Darmstädter Tage der Transformation, Darmstadt, Germany.

Jäger, A. (14.05.2024). Klimaneutrale Rechenzentren [Webinar]. (Online).

Zeller, V. (12.09.2024). Quantifying sustainability: What can life cycle assessment do for application-oriented research and for companies? [Seminar]. DECHEMA Forum 2024.

5.3.3 Veröffentlichungen

- Baehr, J., Koyampambath, A., Dos Reis, E., Weyand, S., Binnig, C., Schebek, L., & Sonnemann, G. (2024). Predicting product life cycle environmental impacts with machine learning: Uncertainties and implications for future reporting requirements. *Sustainable Production and Consumption*, 52, 511–526. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.11.005>
- Baehr, J., Zenglein, F., Sonnemann, G., Lederer, M., & Schebek, L. (2024). Back in the driver's seat: How new EU greenhouse-gas reporting schemes challenge corporate accounting. *Sustainability*, 16(9), 3693. <https://doi.org/10.3390/su16093693>
- Barkhausen, R., Durand, A., Fong, Y. Y., Zeller, V., & Rohde, C. (2024). Modeling stock, material and environmental impacts of circular economy product policies: Trade-offs between early replacement and repair of electric motors. *Resources, Conservation and Recycling*, 205, 107600. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107600>
- Dierks, C., Hagedorn, T., Mack, T., & Zeller, V. (2024). Consequential life cycle assessment of demolition waste management in Germany. *Frontiers in Sustainability*, 5, 1417637. <https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1417637>
- Güldemund, A., & Zeller, V. (2024). Reflecting regional conditions in circular bioeconomy scenarios: A multi-criteria approach for matching technologies and regions. *Sustainability*, 16(7), 2935. <https://doi.org/10.3390/su16072935>
- Hanesch, S. (2024). *Erweiterung der Ökobilanzierung zur Bewertung zukünftiger Umweltauswirkungen von neuartigen Transporttechnologien am Beispiel elektrifizierter Flugzeuge* [Doctoral dissertation, Technische Universität Darmstadt]. TUpprints. <https://doi.org/10.26083/tuprints-00027572>
- Kundu, R., Besecke, L., Zeller, V., Weidenkaff, A., & Widenmeyer, M. (2024). All that seems green might be a smokescreen – a case study on microwave-integrated process development of oxygen transport membrane material. *Open Ceramics*, 17, 100534. <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2023.100534>
- Placiennik, C., Nazeria, A., Rimaza, M. H., Knetsch, S., Lopes, A. D. C. P., Hagedorn, T., Baehr, J., Vogelgesang, M., Li, C., Bennerd, W., Kellerer, B., Ionescu, E., Ruskowski, M., & Weidenkaff, A. (2024). Connecting producers and recyclers: A digital product passport concept and implementation suitable for end-of-life management. *Procedia CIRP*, 122, 831–836. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.02.026>
- Scholliers, N., Ohagen, M., Bossennec, C., Sass, I., Zeller, V., & Schebek, L. (2024). Identification of key factors for the sustainable integration of high-temperature aquifer thermal energy storage systems in district heating networks. *Smart Energy*, 13, 100134. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2024.100134>
- Viere, T., Lehmann, J., Miao, Z. C., Harding, K., Strothmann, P., Weyand, S., Wright, L., Chitaka, T. Y., & Sonnemann, G. (2024). Global state of the art of teaching life cycle assessment in higher education. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29(7), 1290–1302. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02319-5>

5.3.4 Konferenzbeiträge

- Baehr, J., & Schebek, L. (2024, May 5–9). The Green Deal's new call for greenhouse gas data – A daunting task or déjà vu [Vortrag]. 34th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe, Seville, Spain.
- Fahz, D., Wenzel, L., & Lopes, A. (2024, March 13–14). K3I Cycling: An AI-based approach towards circular economy of plastic packaging [Posterpräsentation]. International Conference on Resource Chemistry (ICRC 2024), Alzenau, Germany.
- Hagedorn, T., & Lopes, A. (2024, July 3–5). Increasing material circularity through information exchange – The proposal of a guideline from the perspective of a waste management player [Vortrag]. 4th Life Cycle Innovation Conference, Berlin, Germany.
- Jäger, A. (2024, September 24–26). Prospektiver Vergleich der Umweltauwirkungen von Recyclingtechnologien für NdFeB Magneten aus Windkraftanlagen [Vortrag]. Ökobilanzwerkstatt, Stuttgart, Germany.
- Jäger, A., Dirba, I., Weyand, S., Radulov, I., Schebek, L., & Gutfleisch, O. (2024, September 15–20). Conceptual framework for LCA of permanent magnet recycling [Symposiumsbeitrag]. Magnetic Frontiers: Magnetic materials and motors for green energy applications, Darmstadt, Germany.
- Miao, Z. C., & Zeller, V. (2024, May 5–9). Substitution in CFF: Feasibility showcase through nutrient recycling to secondary fertilizer [Posterpräsentation]. 34th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe, Seville, Spain.
- Miao, Z. C., & Zeller, V. (2024, November 3–7). Leveraging LCA to quantify environmental impacts of secondary resource utilization for effective decision-making [Posterpräsentation]. EcoBalance 2024, Sendai, Japan.
- Miao, Z. C., Shetranjiwalla, S., Smith, C., Psyrris, G., Boguski, T., Diaz, M., Resurreccion, E., & Watkins, M. (2024, November 3–7). Navigating methodological challenges for end-of-life approaches when applying life cycle assessment for circularity in packaging materials: An international ACLCA collaboration [Vortrag]. EcoBalance 2024, Sendai, Japan.
- Scholliers, N., Hagedorn, T., & Zeller, V. (2024, July 3–5). Optimizing district heating networks with environmental-merit-order curves [Posterpräsentation]. 4th Life Cycle Innovation Conference, Berlin, Germany.
- Scholliers, N., Ohagen, M., Bossennec, C., Zeller, V., Schebek, L., & Sass, I. (2024, September 8–12). Integrating aquifer thermal energy storage systems in district heating networks: A consequential life cycle method for combined and integrated evaluation of environmental and economic impacts [Symposiumsbeitrag]. 19th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Rome, Italy (Hybrid).
- Scholliers, N. (2024, September 8–12). Sustainability comparisons and measurements 1 [Moderation]. 19th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Rome, Italy (Hybrid).
- Van Zuilichem, A. J. (2024, May 5–9). Life cycle assessment of a prototype autonomous modular car – the CityBot [Posterpräsentation]. 34th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe, Seville, Spain.
- Zeller, V., & Güldemund, A. (2024, November 3–7). LCA applied to a circular bioeconomy: Integrating prospective and regional aspects into life cycle assessment of residue valorizing technologies [Vortrag]. EcoBalance 2024, Sendai, Japan.

Zeller, V., Güldemund, A., Foresto, P., & Weyand, S. (2024, May 5–9). Prospective life cycle assessment to support the assessment of early stage bioeconomic technologies in RDI projects [Vortrag]. 34th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe, Seville, Spain.

6 Lehrangebot am Institut IWAR 2024

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

Für weitere Informationen:

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

(Vorlesungsverzeichnis – FB13 – K: Institut IWAR)

6.1 Lehrangebot im Bachelorstudium

Lehrangebot im Bachelorstudium:

- Chemie I – Einführung in die Chemie für Ingenieure
- Chemie II – Stöchiometrisches Rechnen und quantitative Analytik für Ingenieure
- Chemie III – Umweltchemie und Dateninterpretation
- Dimensionierung von Anlagen und Infrastruktur zur Wasserver- und Entsorgung
- Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens I+II (GPEK)
- Grundlagen der Umweltwissenschaften
- Grundlagen der Verfahrenstechnik für Bau- und Umweltingenieure
- Kreislauf- und Abfallwirtschaft
- Mikrobiologie und Ökologie
- Modellierung von Stoffstromsystemen I: Stoffstromanalyse und Life Cycle Assessment (Ökobilanzen)
- Siedlungswasserwirtschaft I
- Siedlungswasserwirtschaft II

6.2 Lehrangebot im Masterstudium

FACHGEBIETE ABWASSERTECHNIK/ WAS- SER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

Kommunale Abwasserbehandlung

Prof. Dr. S. Lackner

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

F. Kirchen, M.Sc.

H. Li, M.Sc.

J. Wilbert, M.Sc.

Water Treatment Processes

Prof. Dr. S. Lackner/

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

Dr. Ing. S. Agrawal

I. Sharifov, M.Sc.

T. Kaiser, M.Sc.

FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

Industrieabwasserreinigung

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

H. Li, M.Sc.

Planung, Bau und Betrieb abwassertechni- scher Anlagen

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

Prof. Dr.-Ing N. Jardin

M. Atzorn, M.Eng.

Biologische Abwasserreinigung

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

H. Li, M.Sc.

Reststoffe aus Abwasseranlagen - Behand- lung und Ressourcenrückgewinnung

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

H. Li, M.Sc.

Interdisziplinäres Projekt Bau und Umwelt (IPBU)

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

M. Atzorn, M.Eng.

SUD - Sanitary Environmental Engineering (Teilmodul von Water in Urban Develop- ment)

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

Prof. Dr.-Ing. H. A. Towaie

J. Trippel, M.Sc.

FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIO- TECHNOLOGIE

Wasserchemisches Grundlagenpraktikum

Prof. Dr. S. Lackner

O. Das, M.Sc.

F. Kirchen, M.Sc.

Q. Li, M.Sc.

J. Mattersdorf, M.Sc.

Mitarbeitende IWAR Labor

Weitergehende kommunale Abwasserbe- handlung

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.

Drinking Water

Prof. Dr. S. Lackner

Dr.-Ing. S. Agrawal

T. Kaiser, M.Sc.

Trinkwassergüte und Wasseraufberei- tungstechnik

Prof. Dr. S. Lackner

O. Das, M.Sc.

S. Schubert, M.Sc.

K. Zachmann, M.Eng.

Wassertechnik und Wassermanagement für aride Zonen

Dr.-Ing. M. Zimmermann

Nachhaltige Wasserversorgungswirtschaft

Dr.-Ing. M. Zimmermann

**FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT
UND RESSOURCENWIRTSCHAFT**

Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems

Dr. Sc. V. Zeller

Energy Efficiency

Prof. Dr.-Ing. C. Rohde

Sustainable Waste Management and LCA Application

Dr.-Ing A. Campitelli

Dr. Sc. V. Zeller

**FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND
SCHADSTOFFE**

Pollutants in the Water Cycle

Prof. Dr. rer. nat. H. V. Lutze

Dr. rer. nat. M.S. Abdighahroudi

M. Yin, M.Sc.

Oxidative Processes in Water Treatment

Prof. Dr. rer. nat. H. V. Lutze

M. Reusing, M.Sc.

M. A. Asadi, M.Sc.

6.3 Interdisziplinäre Lehrveranstaltungen

- Environmental Sciences
- Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens I+II (GPEK)
- Interdisziplinäres Projekt Bau- und Umweltingenieurwissenschaften (IPBU)
- Interdisziplinäres Energieprojekt
- Neues aus der Umwelttechnik und Infrastrukturplanung

6.4 VGU Masterstudiengang „Water Tech”

Englischsprachiger Masterstudiengang „Water Technology, Water Reuse and Water Management”, der Technischen Universität Darmstadt an der Vietnamese-German University (VGU) in Ho Chi Minh City. Akademischer Direktor dieses Studiengangs ist Prof. Dr.-Ing. M. Wagner.

BASISMODULE

GIS and Water Management

Dr. Son / Dr. Van

English Scientific Writing

Dr. Spittle

Legal Aspects of Water Management

Dr. Hieu / Dr. Van

Spatial Planning in Flood Area

Dr. Son / Dr. Van

Water Chemistry and Microbiology

Assoc. Prof. Dr. Luu

VERTIEFUNGSMODULE

Economics of Infrastructure

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

A. Bourgoin, M.Sc.

B. D. Kraff, M.Sc.

Fundamentals of Waste Technology

Prof. Dr. L. Schebek

Prof. Dr.-Ing. J. Kannengießer

Interdisciplinary Project

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

River Basin Management

Prof. Dr. B. Schmalz

Water Treatment Processes

Prof. Dr. S. Lackner

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

VERTIEFUNGSRICHTUNG 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

Dr.-Ing. J. Siebert

VERTIEFUNGSRICHTUNG RIVER MANAGEMENT

Flood Management

Dr. Binh

Hydraulic Structures and Modelling

Dr.-Ing. J. Wiesemann

Hydromechanics and Distribution Network

Dr. Binh

Modelling Details of Hydrosystems

Dr. Binh

River Engineering

Dr.-Ing. J. Wiesemann

Anhang

Auszug der Schriftenreihe des Instituts IWAR

| Schriftenreihe | Veröffentlichung | Autoren | Titel | Preis |
|----------------|------------------|---------------------|---|-------------|
| IWAR 276 | Dissertation | Hanesch, Susanne | Erweiterung der Ökobilanzierung zur Bewertung zukünftiger Umweltauswirkungen von neuartigen Transporttechnologien am Beispiel elektrifizierter Flugzeuge. | 35,- € |
| IWAR 275 | Dissertation | Mosbach, Julian | Eine automatisierte Methodik zur Planungsunterstützung in der Entwicklungszusammenarbeit – Generierung von Netzausbauvarianten zur Einführung einer leitungsgebundenen Wasserversorgungsinfrastruktur am Beispiel informeller Siedlungen in Subsahara-Afrika. | Nur digital |
| IWAR 274 | Dissertation | Jütte, Mischa | Fundamental reaction mechanisms of chlorine dioxide during water treatment – Reactions with phenols and biomolecules during inactivation mechanisms. | Nur digital |
| IWAR 273 | Dissertation | Sinn, Jochen | Waste stabilization ponds for water reuse in water scarce regions. | 35,- € |
| IWAR 272 | Dissertation | Schwarz, Maximilian | Measurement and Prediction of Oxygen Transfer in Activated Sludge based on Ex Situ Off-gas Monitoring. | Nur digital |
| IWAR 271 | Dissertation | Behnisch, Justus | Oxygen transfer of fine-bubble aeration systems in wastewater treatment: Influence of diffuser design on oxygen transfer at increased salt concentrations. | Nur digital |

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

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

Tagungsunterlagen Infotage

| Nr. | Titel | Preis |
|-----|--|------------|
| 7 | Sauerstoffeintrag und Belüftungstechnik – Seit Jahren keine Fortschritte? 7. Infotag IWAR Abwassertechnik – 02.November 2023 | 35,- € |
| 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 |

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