

Institut IWAR

Tätigkeitsbericht 2023



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Abwassertechnik

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

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

Wasser und Umweltbiotechnologie

Fachgebietsleitung
Prof. Dr. Susanne Lackner

Raum- und Infrastrukturplanung

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

Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

Fachgebietsleitung
Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek
Arbeitsgruppenleitung
Dr. techn. Alice Lopes, Dr.-Ing. Steffi Weyand, Dr. Sc. Vanessa Zeller

Umweltanalytik und Schadstoffe

Fachgebietsleitung
Prof. Dr. Holger Lutze

Wasserversorgung und Grundwasserschutz

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

Herausgeber:

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut IWAR

Abwassertechnik
Wasser und Umweltbiotechnologie
Raum- und Infrastrukturplanung
Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
Umweltanalytik und Schadstoffe
Wasserversorgung und Grundwasserschutz

Gebäude L5|01
Franziska-Braun-Straße 7
D-64287 Darmstadt

Telefon: (+49) 06151 16 20301
Telefax: (+49) 06151 16 20305
Web: <http://www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de>
E-Mail: 1.Buchstabe Vorname.Nachname@iwar.tu-darmstadt.de

Redaktion:

Janis Wilbert,
Sajjad Abdi, Benjamin Kraff, Qi Li, Niklas Scholliers, Lara Schreiber

27. März 2024, Darmstadt

Vorwort

Auch im Jahr 2023 hat sich am Institut IWAR wieder viel getan. An den verschiedenen Fachgebieten werden zurzeit insgesamt 43 Projekte bearbeitet. Neben zwei fachgebiets- und zwei fachbereichsübergreifenden Projekten wurden am IWAR viele nationale und internationale Projekte 2023 begonnen, weitergeführt oder abgeschlossen und haben dazu beigetragen, unseren fachlichen und kulturellen Horizont zu erweitern.

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

Insgesamt zehn Promotionen konnten im Jahr 2023 abgeschlossen und erfolgreich verteidigt werden. Doch wir mussten nicht nur Mitarbeitende in eine neue berufliche Zukunft verabschieden, sondern konnten auch viele neue Mitarbeitende mit neuen Projekten am Institut begrüßen. Neben zahlreichen Abschlussarbeiten konnte auch in diesem Berichtsjahr eine Vielzahl von Lehrveranstaltungen für die Studierenden am Fachbereich 13 der Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, am Fachbereich 11 der Geowissenschaften im internationalen Masterstudiengang und der Vietnamesischen Partneruniversität VGU oder dem interdisziplinären Studienschwerpunkt an der TU Darmstadt angeboten werden. Im Anschluss vieler Lockerungen zur weltweiten Corona-Pandemie im Vorjahr fielen im Jahr 2023 auch die letzten Regelungen wie die Maskenpflicht bei Präsenzveranstaltungen weg. So konnten die Fachgebiete am Institut IWAR im Jahr 2023 wiedereinmal viele spannende Laborübungen und Exkursionen in Präsenz aber auch digital anbieten.

Doch das Jahr 2023 war auch ein Jahr des Wandels für das Institut IWAR. So wurden Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban vom Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz sowie Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek vom Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft in den Ruhestand verabschiedet. Auch im IWAR-Förderverein gibt es Veränderungen. Zum Jahresende ist Herr Prof. Peter Cornel, nach 25-jähriger Vorstandszugehörigkeit, aus dem Vorstand ausgeschieden.

Wie auch in den vergangenen Jahren möchten wir mit dieser Ausgabe unseres Tätigkeitsberichtes unseren Dank an alle Persönlichkeiten, Institutionen und Unternehmen ausdrücken, die das Institut IWAR im Jahr 2023 gefördert und vorangebracht haben.

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

Inhalt

VORWORT	II
1 INSTITUT IWAR	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	11
2 FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN AM INSTITUT IWAR	36
2.1 FACHGEBIETS- UND FACHBEREICHSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSTÄTIGKEITEN	37
2.2 FACHGEBIET ABWASSTERTECHNIK	42
2.3 FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE	51
2.4 FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG	61
2.5 FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT	68
2.6 FACHGEBIET UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE	93
2.7 FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ (GESCHLOSSEN SEIT SEPTEMBER 2023)	106
3 LEHRANGEBOT AM INSTITUT IWAR 2023	107
3.1 LEHRANGEBOT IM BACHELORSTUDIUM	107
3.2 LEHRANGEBOT IM MASTERSTUDIUM	108
3.3 INTERDISZIPLINÄRE LEHRVERANSTALTUNGEN	110
3.4 VGU MASTERSTUDIENGANG „WATER TECH“	111
4 ABGESCHLOSSENE PROMOTIONEN AM INSTITUT IWAR	112
ANHANG	122

1 Institut IWAR

Das Institut IWAR ist eines von 15 Instituten am Fachbereich 13 „Bau- und Umweltingenieurwissenschaften“ der Technischen Universität Darmstadt. Das Institut setzte sich bis September 2023 aus den Fachgebieten Abwassertechnik, Wasser und Umweltbiotechnologie, Raum- und Infrastrukturplanung, Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft, Umweltanalytik und Schadstoffe sowie dem Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz zusammen. Bedingt durch den Ruhestand von Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban wurde das Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz im Oktober 2023 geschlossen. Das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft befindet sich nach dem Ruhestand von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek in Abwicklung und wird seit Oktober 2023 unter neuer Leitung als Arbeitsgruppe weitergeführt.

1.1 Organisation des Instituts

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

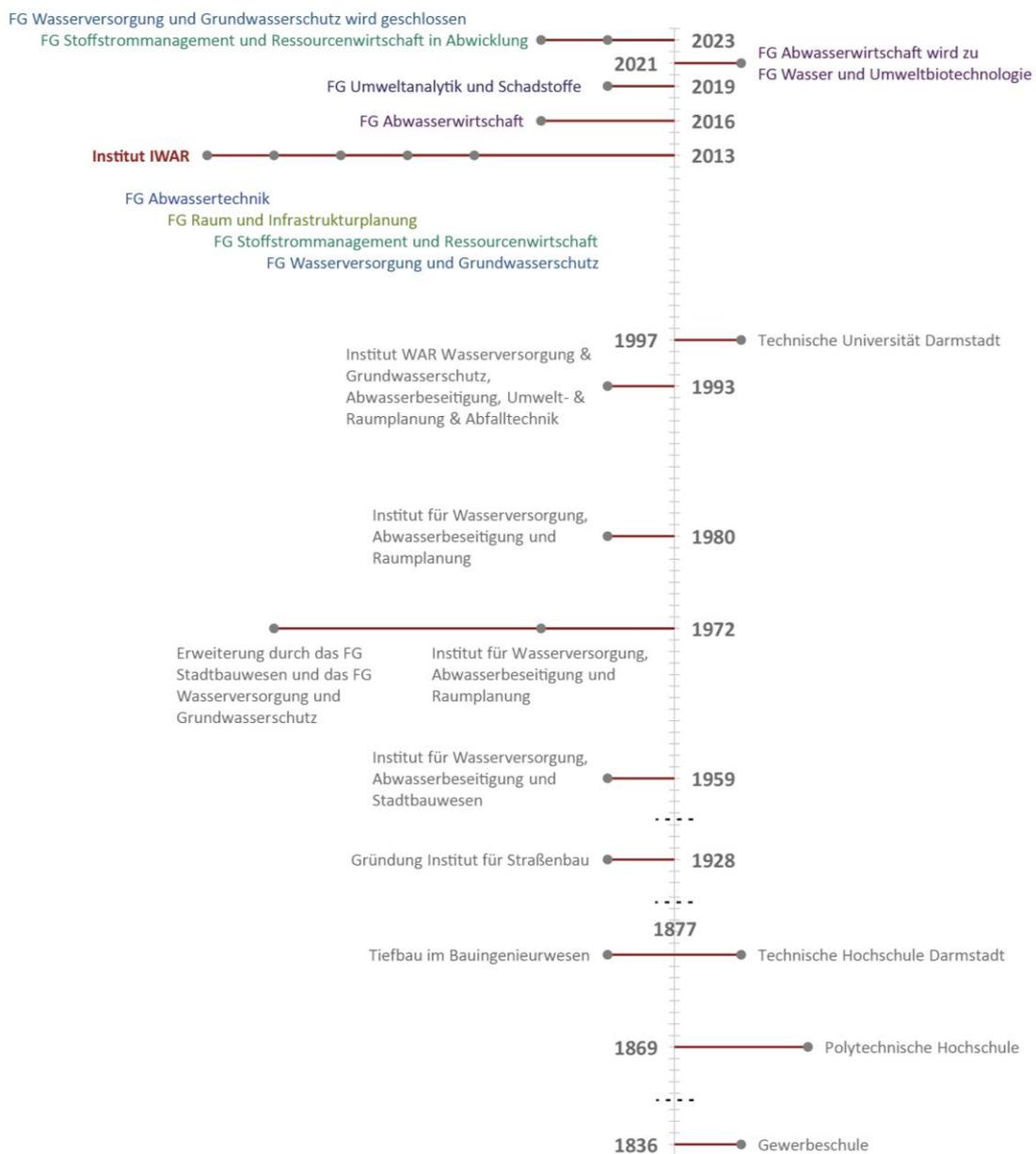
Institut IWAR		
	Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart Geschäftsführender Direktor	Prof. Dr.-Ing. habil. M. Wagner Geschäftsführer
Abwassertechnik Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart	Wasser und Umweltbiotechnologie Prof. Dr. Susanne Lackner	Raum- und Infrastrukturplanung Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke (kommis. Leitung)
Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek (ab 01.10.2023 a.D.)	Umweltanalytik und Schadstoffe Prof. Dr. rer. nat. Holger Lutze	Wasserversorgung und Grundwasserschutz Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban (geschlossen Sept. 2023)
Zentrale Einrichtungen Lehrlabor Forschungslabor Mikrobiologisches Labor Werkstatt	Technikums- und Versuchsanlagen Forschungsfeld Kläranlage Darmstadt-Eberstadt. Abfalltechnische Versuchshalle.	Förderverein des Instituts Vorsitzender Prof. Dr.-Ing. Nobert Jardin Geschäftsführer Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel

Neben den sechs bzw. vier 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

9 FG Wasser und Umweltbiotechnologie

3 FG Raum- und Infrastrukturplanung

18 FG Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

9 FG Umweltanalytik und Schadstoffe

0 FG Wasserversorgung und Grundwasserschutz



Personalbestand

8 Professorinnen und Professoren

2 Gastprofessorinnen und -professoren sowie Honorarprofessoren

1 Athene Young Investigator

18 Lehrbeauftragte (inkl. promovierte WiMis mit Lehrauftrag)

50 Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

7 Stipendiaten

6 Hilfwissenschaftlerinnen und Hilfwissenschaftler mit Abschluss

5 Administrative Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

9 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Labor und in der Werkstatt

Studierendenzahlen Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

780 Immatrikulationen im Bachelor WS 2023/2024

815 Immatrikulationen im Master WS 2023/2024

1.4 Aufgabenfelder und Zusammenarbeit der Fachgebiete

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

2023 arbeitete das Institut an zwei **fachbereichsübergreifenden** und zwei **gemeinsamen Forschungsprojekten** (siehe Kap. 2.1). Das Forschungsprojekt RePhoRM beschäftigt sich mit Konzepten zur technologischen und strategischen Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammmaschen im Rhein-Main-Gebiet. Das Ziel des Forschungsprojektes „Corona in Vietnam“ ist die Implementierung eines Systems zur SARS-CoV-2-Überwachung im Abwasser als Tool zur Überwachung des Infektionsgeschehens in Vietnam. 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 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, molekularbiologischen Methoden können biologische Systeme z.B. in der Abwasserbehandlung besser verstanden und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Stabilität im Betrieb nachhaltig optimiert werden.

Das **Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung** beschäftigt sich unter der kommissarischen Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke mit städtischen und regionalen Infrastruktursystemen und den damit verbundenen planerischen Herausforderungen. In der Lehre werden planungswissenschaftliche Perspektiven auf Städte und Infrastruktursysteme sowie die Probleme einer nachhaltigen Raum- und Infrastrukturentwicklung thematisiert. Einerseits werden Kenntnisse über räumliche Entwicklungsprozesse und über aktuelle Herausforderungen der Raumentwicklung und des Städtebaus vermittelt (z.B. demografischer Wandel, Klimaschutz und Klimaanpassung in der Stadtentwicklung). Andererseits ist ein weiterer Schwerpunkt die Vermittlung von Wissen über die Entwicklung und Erneuerung von technischen Infrastruktursystemen, ihre Wirtschaftsstruktur und ihre Wechselwirkungen mit Städtebau und Raumentwicklung. Schließlich widmet sich das Fachgebiet mit seinem Angebot den globalen Umweltproblemen. Aufbauend auf einer Einführung in das System der Umweltpolitik und -planung in Deutschland werden verschiedene Handlungsfelder des planerischen Umweltschutzes beleuchtet.

Der Forschungsgegenstand des **Fachgebiets Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft** und der gleichnamigen Arbeitsgruppe 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.

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

Zu den Hauptfeldern der Forschungsaktivitäten im **Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz** gehörten neben dem integrierten Wasserressourcenmanagement und dem Nachhaltigkeitscontrolling die numerische Modellierung und Optimierung von Anlagen der Wasserversorgung. Bisherige Forschungsprojekte am Fachgebiet beschäftigten sich zum Beispiel mit CFD-Modellierungen und Simulationen. Neben den nationalen Aktivitäten war das Fachgebiet in eine Vielzahl internationaler Forschungsprojekte und Kooperationen eingebunden.

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

Am 01. November 2023 fand die 26. Mitgliederversammlung in einem hybriden Rahmen statt. Nachdem Herr Roland Kammerer (Stadtentwässerung Frankfurt) sowie Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek und Herr Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Wilhelm Urban ruhestandsbedingt aus dem Vorstand ausgeschieden sind, wurden in der Mitgliederversammlung Herr Andreas Hickmann als Vertreter der Stadtentwässerung Frankfurt sowie Frau Dr. Susanne Bieker, Herr Dr. Thomas Fundneider neu in den Vorstand gewählt. Der Förderverein bedankt sich bei den ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedern herzlich für die geleistete Arbeit und wünscht alles Gute für die anstehende ruhigere Lebensphase. Die neuen Mitglieder heißt der Förderverein herzlich willkommen.

Kontaktbörse Students meet Business 2023

Am 12. Juni 2023 fand die IWAR Kontaktbörse Students meet Business für Studierende und Unternehmen statt, die von Holger Lutze (Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe) organisiert wurde. Nach den Grußworten von Markus Engelhart (Fachgebiet Abwassertechnik) und Holger Lutze haben Vertreter:innen von neun Firmen sowie des Regierungspräsidiums Darmstadt ihre Berufsfelder vorgestellt.



Moderation (Prof. Dr. Holger Lutze). (Bild: IWAR)



Entspannte Atmosphäre beim abendlichen Ausklang der Veranstaltung. (Bild: IWAR)

Die potenziellen Arbeitgebenden besuchten den Campus Lichtwiese, um sich bei den jungen Bau- und Umweltingenieur:innen vorzustellen und zukünftige Mitarbeitende oder Praktikant:innen anzuwerben. Nach dem spannenden Vortragsprogramm gab es einen angenehmen abendlichen Ausklang, wobei für das leibliche Wohl mit Fingerfood und Kaltgetränken gesorgt wurde. Dabei konnten sich die Studierenden der TU Darmstadt und der Hochschule Darmstadt weiter über die einzelnen Firmen und das Regierungspräsidium Darmstadt informieren, Kontakte knüpfen und diese vertiefen. Wir danken den Studierenden und Ausstellenden für Ihre Teilnahme und die regen Diskussionen.

Wir danken den Studierenden und Ausstellenden für Ihre Teilnahme und die regen Diskussionen.

Geschäftsführung bis Dezember 2023

Zum Jahresende 2023 ist Herr Prof. Peter Cornel, nach 25-jähriger Vorstandszugehörigkeit, aus dem Vorstand ausgeschieden. Daran gekoppelt endete auch seine Funktion als Geschäftsführer des Fördervereins. Der Vorstand hat in der 79. Vorstandssitzung vom 02. November 2023 Herrn Dr. Thomas Fundneider zum neuen Geschäftsführer bestellt. Er tritt sein Amt zum 01. Januar 2024 an.

Das gesamte Institut bedankt sich sehr herzlich bei Herrn Prof. Peter Cornel für das herausragende Engagement als Vorstandsmitglied und in der Funktion als Geschäftsführer des IWAR-Fördervereins und wünscht Herrn Dr. Thomas Fundneider einen guten Start im neuen Amt.

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

NEUIGKEITEN AUS DEM IWAR

E+E Diskurs

Das Institut IWAR hat am 29. Juni 2023 den 3. Diskurs des Forschungsfeldes E+E (Energy + Environment) der TU Darmstadt maßgeblich mitgestaltet. Der E+E Diskurs im Lichtenberg-Haus bietet für das Forschungsfeld Energy + Environment (E+E) eine Plattform für den offenen, kritischen und fundierten Austausch. Unter dem Titel „Zu viel und zu wenig – unser Wasser in 20 Jahren“ wurden in Vorträgen, u.a. von Prof. Engelhart, und einer Podiumsdiskussion mit Expert:innen aus dem Bereich der Wasserversorgung sowie aus Politik und Wirtschaft wichtige Fragen rund um das Thema Wasser diskutiert. Es wurden dabei sowohl lokale Fragen zur Wassernutzung in Hessen diskutiert als auch welche Konzepte es für ein bedarfsgerechtes Wassermanagement auch international bereits gibt, um Nutzungskonflikte zu minimieren und Wasserressourcen zu schonen.

Gastgebend war das Profithema „Scalable Clean Water Cycles“ welches von Frau Prof. Lackner und Herrn Prof. Schüth (Geowissenschaften) koordiniert wird.



Podiumsdiskussion während des E+E Diskurses. (Bild: TU Darmstadt)

40-jähriges Dienstjubiläum Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

Am 18. August 2023 feierte Herr Prof. Wagner sein 40-jähriges Dienstjubiläum an der TU Darmstadt. Dazu lud Prof. Wagner die Kolleg:innen des Instituts zu einem kleinen Stehempfang in das Foyer des Gebäudes L5|01 ein. Die Jubiläumsurkunde wurde Prof. Wagner im Rahmen des 7. IWAR Infotags Belüftungstechnik überreicht. Martin Wagner hat in seiner jetzt über 40-jährigen Tätigkeit an der TU Darmstadt das Institut (I)WAR begleitet und später als Geschäftsführer maßgeblich geprägt. Er war und ist geschätzter Ansprechpartner und Mentor für Generationen von Professor:innen, wissenschaftlichen Mitarbeitenden und administrativ-technischem Personal. Wir danken Martin Wagner ganz herzlich für seinen Einsatz für das Institut und wünschen Ihm weiter alles Gute!



Gratulation zum 40-jährigen Dienstjubiläum! (Bild: Jana Trippel)

15-jährige Dienstjubiläen Renate Schäfer & Vera Soedradjat



Geglückte Überraschung zum 15-jährigen Dienstjubiläum von Renate Schäfer & Vera Soedradjat. (Bild: Maro Atzorn)

Der Oktober 2023 markierte gleich zwei weitere Dienstjubiläen, nämlich jeweils 15 Jahre IWAR-Zugehörigkeit unserer überaus geschätzten Buchhalterin, Renate Schäfer, und Sekretärin, Vera Soedradjat. Nicht nur arbeiten sie täglich daran, den Betrieb am IWAR am Laufen zu halten, auch halfen und helfen sie den zahlreichen wissenschaftlichen Mitarbeitenden bei allerlei Fragen. Diese Geduld und Hilfsbereitschaft wird von den Kolleg:innen hochgeschätzt und gab den Anlass, Frau Soedradjat und Frau Schäfer mit selbst gebackenen Kuchen und Blumen zu überraschen. Im Namen der gesamten IWAR Belegschaft danken wir euch beiden für eure Arbeit und Unterstützung!

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.



WaterTech-Studierende (Bild: VGU)

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. Kapitel 3.4). So lehrt beispielsweise das Fachgebiet **Raum- und Infrastrukturplanung** bereits seit mehreren Jahren das Modul „Economics of Infrastructure“. In diesem Semester haben

die Lehrkräfte Audrey Bourgoïn und Benjamin Kraff den Lehrauftrag für „Economics of Infrastructure“ in Vietnam übernommen und sind in die vietnamesische Großstadt gereist. In Form eines zweiwöchigen Blockseminars werden den Studierenden durch Lehr- und Workshopeinheiten im Wechsel Inhalte zur Planung, Finanzierung und nachhaltigen Gestaltung von Infrastruktursystemen vermittelt. 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.

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.

NEUIGKEITEN AUS ABWASSERTECHNIK UND WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

42. ASSISTENZTREFFEN DER DEUTSCHSPRACHIGEN SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFTLICHEN INSTITUTE

Die ETH Zürich hatte dieses Jahr zum 42. Assistenztreffen der deutschsprachigen siedlungswasserwirtschaftlichen Institute („Assitreffen“) eingeladen, um den wissenschaftlichen Austausch sowie das Netzwerken der Forschungsbereiche Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Ressourcenmanagement zu fördern. Das Institut IWAR (Fachgebiete AT und WUB) war mit fünf Wissenschaftlichen Mitarbeitende zahlreich vertreten. Unter dem Motto „Rhein-Main-„Assis“ erobern Zürich“ waren Kira Zachmann, Tobias Kaiser, Sina Weckmüller, Luisa Barkmann-Metaj und Maro Atzorn vom 13. bis 16. September 2023 in Zürich und stellten ihre Forschung auf der dortigen Fachtagung vor. Neben dem wissenschaftlichen Austausch durften sie das vielfältige und hervorragend organisierte Programm aus Stadterkundung, Fachexkursion sowie Freizeitprogramm erleben. Komplettiert wurde die Gruppe aus Rhein-Main von Felix Weber von der Hochschule RheinMain. Eines der Highlights des Assistenztreffens stellte der Bunte Abend „Jazz-Night“ mit LiveMusik und afrikanischem Essen dar.

NEUIGKEITEN AUS ABWASSERTECHNIK UND STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

BMBF Statuskonferenzen: RePhoR und Wave II

Am 03. und 04. Mai 2023 fand in Frankfurt am Main die Statuskonferenz der BMBF Förderinitiative RePhoR statt. Als Koordinator stellte Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart die Fortschritte im Projekt RePhoRM - Regionales Phosphorrecycling im RheinMain-Gebiet unter Be-



Das RePhoRM-Team auf der RePhoR Statuskonferenz (Bild: Peter Kuhn)

rücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe in Form einer Präsentation vor. Chunyu Miao, M.Sc. und Peter Kuhn, M.Eng. stellten ihre Forschungsarbeit detailliert in Form von Postern vor. Die Veranstaltung wurde im Lunch-to-lunch-Format durchgeführt und bot viele Möglichkeiten zum Austausch über den aktuellen Stand im Bereich des Phosphor-Recyclings zwischen den Beteiligten der RePhoR-Projekte als auch Anwender:innen und interessierten Teilnehmer:innen aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Wissenschaft sowie Bundes- und Landesbehörden. Diese Möglichkeit wurde von den RePhoRM-Beteiligten Becker Büttner Held, InfraserV Höchst, Glatt Ingenieurtechnik, Thermische Verwertung Mainz, Stadtentwässerung Frankfurt am Main und der TU Darmstadt rege genutzt. Darüber hinaus besuchten Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart und Maro Atzorn, M.Eng. die Statuskonferenz der BMBF Förderinitiative Wave II am 07. und 08. Februar 2023, auf der die Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte zu Wassertechnologien für die Wasserwiederverwendung vorgestellt und diskutiert wurden.

NEUIGKEITEN AUS ABWASSERTECHNIK UND UMWELTANALYTIK UND SCHADSTOFFE

Vortrag auf den 9. Industrietagen Wassertechnik der DECHEMA



Vortrag Industrietage Wassertechnik von Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng. (Bild: Dechema)

Am 14. und 15. November 2023 fanden die, durch die DECHEMA organisierten, 9. Industrietage Abwassertechnik im DECHEMA-Haus in Frankfurt am Main statt, an dem Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart, Prof. Dr. Holger Lutze und Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng. teilnahmen. Im Fokus standen dieses Jahr die Themen Wassermanagement, Wasserstrategien und Kreislaufschließung sowie aktuelle Innovationen, Herausforderungen und Strategien zur Spurenstoffentfernung. Neben dem akademischen und praktischen Austausch konnten bei dieser Gelegenheit neue Kontakte geknüpft werden.

Frau Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng. stellte in einem Vortrag abschließende Ergebnisse des BMBF-geförderten Forschungsprojekts EmiStop unter dem Titel „Industrielle Mikroplastikemissionen: Die Bedeutung von Industrieparkkläranlagen als Punktquelle in aquatische Systeme“ dem interessierten Fachpublikum vor.

Frau Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng. stellte in einem Vortrag abschließende Ergebnisse des BMBF-geförderten Forschungsprojekts EmiStop unter dem Titel „Industrielle Mikroplastikemissionen: Die Bedeutung von Industrieparkkläranlagen als Punktquelle in aquatische Systeme“ dem interessierten Fachpublikum vor.

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

Mikroplastikvortrag in Brüssel



Luisa Barkmann-Metaj auf der Veranstaltung „Tackling microplastics in the environment“ (Bild: Luisa Barkmann-Metaj)

Am 9. März 2023 fand die Veranstaltung „Tackling microplastics in the environment – evidence-based policy recommendations on textile fibres, tire abrasion, and pellet loss“ in der Vertretung des Freistaats Bayern bei der Europäischen Union in Brüssel statt. Die beiden Doktorand:innen Frau Luisa Barkmann-Metaj, M.Eng. und Herr Felix Weber, M.Eng. stellten dabei Ergebnisse aus dem EmiStop-Projekt zu Mikroplastik- und Pellet-Verlusten in der Industrie vor, welche im Anschluss mit dem Publikum angeregt diskutiert wurden.

An der Veranstaltung nahmen rund 70 Wissenschaftler:innen, Vertreter:innen der EU-Institutionen sowie Repräsentant:innen von Interessensgruppen aus Wirtschaft und Zivilgesellschaft teil, um über unbeabsichtigte Einträge von Mikroplastik in die Umwelt zu diskutieren.

Es handelte sich hierbei um die letzte Veranstaltung des Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, unterstützt vom Sonderforschungsbereich 1357 Mikroplastik an der Universität Bayreuth und der Interest Group Plastics des EPA-Netzwerks.

Es handelte sich hierbei um die letzte Veranstaltung des Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, unterstützt vom Sonderforschungsbereich 1357 Mikroplastik an der Universität Bayreuth und der Interest Group Plastics des EPA-Netzwerks.

7. IWAR Infotag – „Sauerstoffeintrag und Belüftungstechnik – Seit Jahren keine Fortschritte?“



Ausverkaufter Saal im Maritim Konferenzhotel Darmstadt beim 7. IWAR Infotag zum Thema Sauerstoffeintrag und Belüftungstechnik. (Bild: Maro Atzorn)

Nach mehrjähriger Corona-Pause fand am 02. November 2023 der 7. IWAR Infotag unter dem Motto „Sauerstoffeintrag und Belüftungstechnik – Seit Jahren keine Fortschritte?“ statt. Ausgetragen wurde die Fachtagung, wie bereits in der Vergangenheit, in den prunkvollen Tagungsräumlichkeiten des Maritim Konferenzhotel Darmstadt. Mit rund 150 Teilnehmenden war die Veranstaltung frühzeitig ausverkauft. Angeboten wurden Fachvorträge von 11 Referierenden zum Thema Sauerstoffeintrag in der Abwassertechnik, sowie eine Fachaussstellung

mit ebenfalls 11 Aussteller:innen aus dem Bereich der Belüftungstechnik und des Anlagenbaus. Die Resonanz aus dem Publikum war sehr gut und so wurden die Vorträge lebhaft diskutiert, der Austausch mit den Aussteller:innen gesucht, sowie untereinander Networking betrieben. Ein Höhepunkt der Veranstaltung war die Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner, der nach über 40-jähriger Dienstzugehörigkeit Anfang 2024 in den Ruhestand eintritt. So richteten zum Ende der Veranstaltung Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin, Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart und Dr.-Ing. Peter Cornel das Wort an Herrn Wagner, um sich für die langjährige Zusammenarbeit zu bedanken, begleitet vom Beifall der Teilnehmenden.

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET WASSER UND UMWELTBIOTECHNOLOGIE

Abschlusstreffen des Projekts ESI-CorA in Karlsruhe

Vom 21. bis 22. März 2023 fand die Abschlussveranstaltung des EU-Projektes ESI-CorA im Kongresszentrum in Karlsruhe statt. Im Rahmen dieses Projektes wurden deutschlandweit Kläranlagenstandorte ausgewählt, anhand welcher der Pilotbetrieb zur Einführung eines SARS-CoV-2-Abwassermonitorings getestet wurde. Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie war bei der Abschlussveranstaltung durch Frau Prof. Dr. Susanne Lackner und Frau Kira Zachmann, M.Eng vertreten. Frau Prof. Lackner präsentierte die im Rahmen des Projektes erlangten Ergebnisse zur Genomsequenzierung von SARS-CoV-2 im Abwasser.



Prof. Susanne Lackner während der Podiumsdiskussion bei der Abschlussveranstaltung des ESI-CorA Projektes (Bild: Kira Zachmann)

Durch diese Veranstaltung mit rund 100 Teilnehmenden aus verschiedensten Arbeitsbereichen wie z.B. Forschungsinstituten, Kläranlagen und Gesundheitsämtern konnten viele angeregte Diskussionen geführt werden und ein interessanter Austausch untereinander erfolgen.

Tagung Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf in Frankfurt am Main



Franziska Kirchen während ihrer Präsentation. (Bild: Janina Mattersdorf).

Vom 27. bis 28. März 2023 fand in Frankfurt am Main die SUK DECHEMA Konferenz statt. Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie war durch Herrn Dr.-Ing. Shelesh Agrawal, Frau Franziska Kirchen, M.Sc. und Frau Janina Mattersdorf, M.Sc vertreten. Herr Agrawal hielt einen Vortrag mit dem Titel „Abwasserbasierte Überwachung von SARS-CoV-2 – ein retrospektiver vs. Prospektiver Ansatz“ und Frau Mattersdorf

präsentierte ihre Arbeit zum Thema „Einfluss der Auswahl von ARGs auf die Bewertung weitergehender Abwasserreinigungsprozesse anhand eines Beispiels“. Frau Kirchen hielt einen Vortrag mit dem Titel “Superfeine Adsorbens und Polstoffiltration zur Entfernung von organischen Spurenstoffen“. Die Konferenz fand mit rund 80 Teilnehmenden statt und war für das Fachgebiet WUB mit vielen interessanten Diskussionen und intensivem Austausch sehr erfolgreich.

Workshop zum Nachweis von SARS-CoV-2 Virusvarianten durch Genomsequenzierung (ESI-CorA-Projekt)

Am 26. Oktober 2022 fand ein Workshop zum Nachweis von SARS-CoV-2 Virusvarianten durch Genomsequenzierung im Rahmen des ESI-CorA-Projektes in digitaler Form statt. Frau Prof. Dr. Susanne Lackner, Herr Dr.-Ing. Shelesh Agrawal und Frau Kira Zachmann, M.Eng. des Fachgebiets Wasser und Umweltbiotechnologie präsentierten dabei mit Unterstützung des Projektträgers Karlsruhe (PTKA) rund 80 Teilnehmenden ihr Know-how bezüglich des SARS-CoV-2 Nachweises mittels Genomsequenzierung. Dabei war das Ziel, allen Teilnehmenden das Prinzip, die Methode, mögliche Einflussfaktoren auf die Ergebnisse, bisherige Ergebnisse und den Nutzen von abwasserbasierten Genomanalysen für die Verfolgung von SARS-CoV-2 nahe zu bringen. Die Ergebnisse einer während des Workshops durchgeführten Umfrage zeigten, dass das Interesse des Publikums hoch und der Workshop demnach sehr erfolgreich war.

GLOWACON 2023: Auf dem Weg zu einer weltweiten Abwassersurveillance für die öffentliche Gesundheit

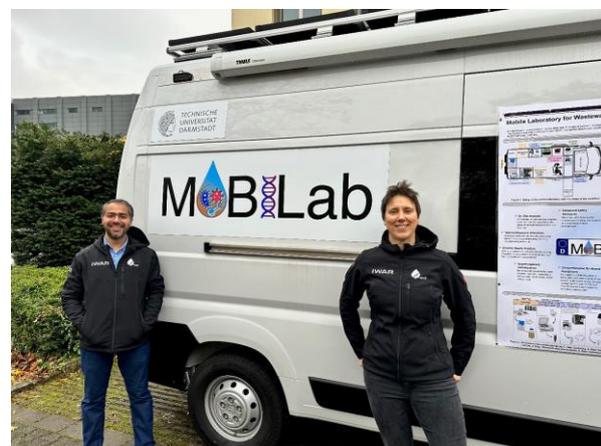


Susanne Lackner und Shelesh Agrawal bei der Auftaktveranstaltung der GLOWACON 2023 in Frankfurt am Main. (Bild: Shelesh Agrawal)

Vom 15. bis 17. November 2023 fand in Frankfurt am Main erstmalig die internationale Konferenz "Towards a Global Wastewater Surveillance System for Public Health" (GLOWACON) statt. Diese bahnbrechende Veranstaltung wurde von der Europäischen Kommission in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Gesundheit (BMG), dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz (HMWEVW), Hessen Trade & Invest sowie der Bill- und Melinda-Gates-Stiftung und in Kooperation mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) organisiert. Das Hauptziel dieser Konferenz bestand darin, ein globales Abwasserkonsortium zu etablieren, um die abwasserbasierte Überwachung fest in die Grundlagen der öffentlichen Gesundheit zu integrieren.

Das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie wurde während der Abschlussveranstaltung von Frau Prof. Dr. Susanne Lackner, Herrn Dr.-Ing. Shelesh Agrawal und Frau Kira Zachmann, M.Eng. vertreten. Dr.-Ing. Shelesh Agrawal präsentierte die Ergebnisse der Genomsequenzierung von SARS-CoV-2 im Abwasser des Frankfurter Flughafens aus dem vergangenen Jahr. Darüber hinaus präsentierte das Team des Fachgebiets das MoBiLab (mobiles Labor für Abwasser-



Susanne Lackner und Shelesh Agrawal vor dem mobilen Labor (MoBiLab) auf der GLOWACON 2023. (Bild: Shelesh Agrawal)

surveillance) direkt auf dem Gelände der Konferenz. Das mobile Labor stieß bei den Konferenzteilnehmenden auf großes Interesse.

Durch diese für den Bereich der Abwassersurveillance wegweisende Veranstaltung, an der Teilnehmende aus der ganzen Welt und unterschiedlichsten Arbeitsbereichen wie Forschungsinstituten, Kläranlagen und Gesundheitsämtern teilnahmen, wurden nicht nur spannende Vorträge gehalten, sondern es fanden auch anregende Diskussionen statt und es kam zu einem bedeutenden Austausch zwischen den Fachleuten.

IFWW-Förderpreis 2023

Frau Kira Zachmann, M.Eng. (Mitarbeiterin des Fachgebiets Wasser und Umweltbiotechnologie) konnte mit ihrer Masterarbeit mit dem Titel „Entwicklung neuer Strategien für das Konzept des abwasserbasierten Monitorings am Beispiel von SARS-CoV-2“ den IFWW-Förderpreis in der Kategorie II Diplom-, Master- und vergleichbare Arbeiten gewinnen. Frau Zachmann schrieb ihre Masterarbeit als externe Studentin von der Hochschule Darmstadt am Institut IWAR mit Frau Dr.rer.nat. Laura Orschler als Betreuerin. Der Förderpreis wurde im Rahmen der 56. Essener Tagung, die im März 2023 in Aachen stattfand, verliehen. Zudem konnte Frau Zachmann die Ergebnisse ihrer Arbeit während der Essener Tagung im Forum "Young Scientists" präsentieren.



Kira Zachmann auf der 56. Essener Tagung bei der IFWW-Förderpreis-Verleihung. (Bild: Kira Zachmann)

Frau Zachmann schrieb ihre Masterarbeit als externe Studentin von der Hochschule Darmstadt am Institut IWAR mit Frau Dr.rer.nat. Laura Orschler als Betreuerin. Der Förderpreis wurde im Rahmen der 56. Essener Tagung, die im März 2023 in Aachen stattfand, verliehen. Zudem konnte Frau Zachmann die Ergebnisse ihrer Arbeit während der Essener Tagung im Forum "Young Scientists" präsentieren.

Prof. Susanne Lackner bei den Ruder-Europameisterschaften

Bei den Europameisterschaften im slowenischen Bled gewinnt Frau Prof. Susanne Lackner mit ihrem Team die Silbermedaille im Para Rudern.



Siegerehrung der Ruder-Europameisterschaft. (Bild: Susanne Lackner)

Bei den diesjährigen Ruder-Europameisterschaften in Slowenien vom 25. bis 28. Mai 2023 gewinnt der deutsche Para-Mixed-Vierer Silber. Mit ihrer Mannschaft gelingt Prof. Lackner ein fast perfektes Rennen mit einer tollen Platzierung. Nur das Boot aus Großbritannien war wie auch schon bei der WM in Račice im letzten Jahr nicht zu schlagen. Die Boote aus Frankreich und Italien konnte das deutsche Team im Finale aber klar hinter sich lassen.

Athene-Preis des FB13 geht an das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

Am 22. November 2023 fand der jährliche Tag der Lehre an der TU Darmstadt statt. Auch das Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie wurde mit einem der begehrten Athene-Preise für Gute Lehre geehrt.

Mit dem Fachbereichspreis ausgezeichnet wurden Professorin Susanne Lackner und Oliver Das für die gute Umstrukturierung und Lehre im Modul Mikrobiologie und Ökologie. Durch das hohe Maß der Interaktivität der Vorlesung und die engagierte Einbindung der Studierenden konnten Frau Professorin Lackner und Herr Das die Studierenden für die Mikrobiologie begeistern und insbesondere deren Relevanz für ihre zukünftige Ingenieurstätigkeit näher bringen.



Professorin Susanne Lackner (2.v.r.) und Oliver Das (2.v.l.) bei der Übergabe des Athene-Preis des Fachbereichs Bau- und Umweltingenieurwissenschaften. (Bild: Klaus Mai)

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET RAUM- UND INFRASTRUKTURPLANUNG

Biotechnologiecampus Mainz: Wie sind zukünftige Sondergebiete zu entwickeln?

Die rheinland-pfälzische Landeshauptstadt Mainz plant die Etablierung eines regionalen Innovationssystem für Biotechnologie. Hierfür soll im Außenbereich, als Verlängerung an die Johannes-Gutenberg-Universität und die Hochschule Mainz, ein Campus entwickelt werden. Die Ortsgruppe Mainz der Scientists4Future organisierten eine Podiumsdiskussion, in der die Planung für den Biotechnologiecampus im Kontext des Klimawandels und der Klimaanpassung kritisch beleuchtet wurde. Unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff übernahm als Vertreter des Fachgebiets Raum- und Infrastrukturplanung hierbei die fachliche Moderation und stellte gemeinsam mit dem Podium wichtige, den Naturraum, den Klimaschutz und die Stadtentwicklung betreffende Argumente gegenüber. Der Seminarraum in der Johannes-Gutenberg-Universität (JGU) war mit etwa 80 Personen nahezu bis auf den letzten Platz besetzt.



Podiumsdiskussion in Mainz (Bild: Roland Bednarz)

Im Interview bei SWR Aktuell: Nachhaltige Stadtentwicklung in Mainz

In Mainz wurde 2023 ein neuer Ober-Bürgermeister gewählt. Vor den Wahlen wurde über große Herausforderungen, wie beispielsweise den Gebäudesektor klimaneutral zu gestalten und auch die urbane Mobilitätswende voranzubringen, gesprochen, denn sie werden zukünftig das kommunale Tagesgeschäft dominieren. Die Stadt Mainz hatte per Stadtratsbeschluss Klimaneutralität bis 2035 beschlossen.

Welche konkreten Aspekte besonders von Bedeutung sind, hat unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff auf den Punkt gebracht. Im Interview in den SWR-Nachrichten nimmt er Stellung sowohl zum Gebäudesektor als auch zur Mobilität in der rheinland-pfälzischen Landeshauptstadt.



SWR Nachrichten (Bild: SWR)

Ingenieure ohne Grenzen-Challenge: 3. Platz für Team der TU Darmstadt

Auch in diesem Semester wurde von dem Verein Ingenieure ohne Grenzen wieder die deutschlandweite Challenge ausgerufen. Ziel war es, mit einem begrenzten Budget einen Spielplatz für Schulhöfe in Uganda zu entwickeln und dabei soziale wie auch technische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Neben Bildungs- und Gesundheitsaspekten musste so die erfolgreiche Projektrealisierung durch die Wahl geeigneter Materialien, eine einfache Umsetzbarkeit und eine lange Haltbarkeit sichergestellt werden. Zahlreiche Hochschulen und etwa 800 Studierende haben deutschlandweit an dem Wettbewerb teilgenommen. An unserem Fachgebiet haben wir uns mit dem Modul „Interdisziplinäres Entwick-



Team der TU Darmstadt bei der Ingenieure ohne Grenzen-Challenge (Bild: Gerrit Ecknig)

lungsprojekt für „Infrastrukturlösungen“ dem Aufruf angeschlossen und unser interdisziplinäres Team konnte mit ihrem Konzept überzeugen. Die drei Studierenden Gerrit Ecknig (Mechatronik), Alessa Heiden (Bauingenieurwesen) und Yola König (Soziologie) entwickelten ein modulares Konzept, das das Anbringen und Wechseln verschiedener Lern- und Spielgeräte zulässt. Zugleich kann es in Zusammenarbeit mit Schüler:innen und Lehrkräften gebaut und betreut werden. Auf der Abschlussveranstaltung am 10. Februar 2023 konnten sie die Jury überzeugen und erreichten zusammen mit zwei weiteren Teams den 3. Platz des Wettbewerbs.

Wir gratulieren unseren Studierenden zu diesem Erfolg und wünschen ihnen auf dem Studienweg weiterhin viele kreative und innovative Projekte!

Klimagerechte Entwicklung von Stadt und Land

Am 22. April 2023 richtete die Initiative Omas4Future in Bad Kreuznach den „Zukunftstag“ aus. Die Initiative wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für ihr Engagement in der Bildung für nachhaltige Entwicklung gefördert. Am Zukunftstag nahmen zahlreiche Vereine und Gruppen aus dem Bereich Klimaschutz teil, u.a. der NABU, die Klimagemeinschaft Bad Kreuznach, der Umwelt-Campus Birkenfeld, der lokale Klimaschutzmanager und eine Vertreterin vom Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen Rheinland-Pfalz.

Unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff wurde zum Klimatalk und für einen Vortrag zur klimagerechten Entwicklung von Stadt und Land eingeladen. Im Klimatalk, an dem verschiedene Vertretende von dem Geschäftsführer der lokalen Immobilienentwicklungsgesellschaft bis hin zu einer Schülerin der Initiative Fridays4Future teilnahmen, wurde über den aktuellen Status in Sachen Klimaschutz diskutiert.

Mit dem Vortrag der klimagerechten Entwicklung von Stadt und Land zeigte Benjamin Kraff auf, wie der Transformationsprozess im urbanen Umfeld, aber auch in ländlichen Gebieten zu gestalten ist. Neben der Verantwortung der Kommunen ging es im Vortrag insbesondere um bereits erfolgreich umgesetzte Konzepte in der Praxis, technische Lösungen, aber auch gesellschaftliche Wege, diese zu erreichen. Im Vortrag wurde klargestellt, dass das Ziel nur mit einer gemeinsamen Erarbeitung des Lösungswegs durch Politik, Gesellschaft und Interessenvertretern erreicht werden kann.



Zukunftstag Bad Kreuznach (Bild: Wiebke Walkling)

Zu Gast im hr-Fernsehinterview: Stadt der Zukunft

In der hr-Sendung „alle Wetter“ ging es am 2. Mai 2023 um die Stadt der Zukunft. Wie städtische Räume gestaltet werden müssen, welche Herausforderungen unsere Gesellschaft hierfür zu bewältigen haben und welche Chancen sich uns bieten, das erklärt unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff im Fernsehinterview.



Studiogespräch der hr-Sendung „alle Wetter“ (Bild: hr)

Wissenschaftliche Begleitung eines Journalistenworkshops im Ahrtal: „Konstruktiver Journalismus im Klimawandel“

Darstellungen zu verschiedenen Folgen des Klimawandels sind täglich in diversen Berichterstattungen unterschiedlicher Medienformate zu finden. Oft wird die Vielzahl der Probleme benannt, ohne jedoch ein Gesamtbild abzugeben und Lösungen aufzuzeigen. Daher hat das SWR X Lab zusammen mit Correctiv und dem Bonn Institute eine dreitägige Veranstaltung mit dem Titel „SWR Zukunftstage – Konstruktiver Journalismus im Klimawandel“ vom 08. bis zum 10. Mai 2023 ausgerichtet, um diesen Herausforderungen in der Berichterstattung zu begegnen.

Unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff wurde über das Fachgebiet beauftragt, als Infrastrukturexperte zu „Klimaschutz und Klimaanpassung“ zu referieren sowie als Science Coach für die Beantwortung fachlicher Fragen die gesamten SWR Zukunftstage zu begleiten. An der mehrtägigen Veranstaltung nahmen etwa 60 Journalisten diverser Medienhäuser aus ganz Deutschland teil.

Die Veranstaltung fand nicht zufällig im Ahrtal statt. Mit von der Flut betroffenen Gästen aus der Bürgerschaft und den lokalen Gewerben gab es einen regen Austausch, der vor allem auf den Umgang der Medien mit Katastrophen und die spätere Berichterstattung abzielte. Bei verschiedenen Exkursionen stand das Thema „Wiederaufbau“ im Vordergrund. Mit dem Nahwärmernetz in Marienthal wurde ein Vorzeigeprojekt von den Menschen vor Ort realisiert, dass eine klimafreundliche Wärmegewinnung und auch klimangepasste Infrastrukturen (Resilient gegenüber Hochwasserereignissen) umfasst. Viele weitere Themen wurden in mehreren Vorträgen thematisiert und anschließend kritisch diskutiert.



Als Wissenschaftler unter Journalisten
(Bild: SWR Zukunftstage)

Zu Gast im SWR-Umweltpodcast Global: Kritische Infrastruktur beim Wiederaufbau im Ahrtal mitdenken

Unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Benjamin Kraff war im Rahmen des Aufenthalts im Ahrtal zu Gast im SWR Umweltpodcast Global. Unter dem Titel „Kritische Infrastruktur beim Wiederaufbau im Ahrtal mitdenken“ wurde sowohl über die Bedeutung wichtiger Systeme als auch die Gefahren in Katastrophenfälle gesprochen, die von diesen ausgehen und sich durch Systemabhängigkeiten ergeben. Im Sinne der Tagung wurden aber auch Lösungsansätze für die Ahr vorgestellt und im Kontext der aktuellen Entwicklung kritisch reflektiert.



Unterwegs für den Podcast (Bild: SWR)

Im SWR1-Interview: Herausforderungen beim Ausbau erneuerbarer Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht weit hinter den Zielsetzungen. Zu den Hintergründen wurde im Mai 2023 unser Mitarbeiter Benjamin Kraff vom SWR1 interviewt.

Zu den größten Herausforderungen beim Bau von Windkraftanlagen und der Installation von Photovoltaikkraftwerken im Außenbereich zählen die langen Genehmigungsverfahren mit zahlreichen Gutachten und Unterlagen. Daher müssen mehr Ressourcen bereitgestellt und vereinfachte Verfahren ermöglicht werden. Es ist sehr wichtig verschiedene Belange wie den Naturschutz zu berücksichtigen, aber gesetzliche Hürden, wie die aktuell noch fehlende Privilegierung für beispielsweise Agro-Photovoltaik im Außenbereich, erschweren die Umsetzung, stellen dadurch ein höheres Risiko dar und schrecken Investoren sowie Kommunen ab.

Nach Corona wieder mit Gastvorlesungen: Drees & Sommer und Deutsche Bahn zu Gast im Modul Infrastructure Planning

Nach digitalen Vorlesungen während der Corona-Zeit können Gastredner:innen wieder im Hörsaal empfangen werden. Frau Sophia Harb von Drees & Sommer referierte über das Thema Stakeholdermanagement anhand des Praxisbeispiels der Regionaltangente West. Ihre Expertise und Erfahrung ermöglichten den Studierenden wertvolle Einblicke in die praktische Umsetzung eines erfolgreichen Stakeholdermanagements.

Herr Daniel Gallein von der DB Netz AG referierte über den Netzausbau und die Plangenehmigung anhand der Strecke Nürnberg-Bamberg. Dabei gab er den Studierenden Einblicke in die Herausforderungen bei der Planung und Instandhaltung der Bahninfrastruktur.



Praxisnähe in der Lehre: Gastvorlesungen von Daniel Gallein & Sophia Harb (Bild: Benjamin Kraff)

Im hr4-Interview: Nicht das letzte Hochwasser im Jahr – Wie beugen die Kommunen dem vor?

Im Sommer 2023 gab es in Kassel starke Regenfälle, Hagel und in Folge schwere Überschwemmungen. Autos auf den Straßen sind regelrecht weggeschwommen und zahlreiche Keller vollgelaufen. Viele Anwohner:innen hatten lange mit den Schäden des Unwetters zu kämpfen. Nach solchen Ereignissen stellt sich immer die Frage, wie es dazu kommen konnte, ob in der Stadtplanung etwas hätte berücksichtigt werden müssen und vorbeugende Maßnahmen fehlen. Antworten auf diese Fragen und auf die Frage, wie Kommunen in Hessen gegen Extremwetterereignisse wie in Kassel Vorbereitungen treffen, hat Professor Hans-Joachim Linke in einem hr4-Radiointerview beantwortet. Mit dem Blick nach vorne stand im Mittelpunkt des Gesprächs, wie solchen Entwicklungen zukünftig vorgebeugt werden kann.

Mit Merkurist im Interview: Ist Mainz eine Schwammstadt?

Die Anpassung an den Klimawandel stellt eine zentrale Herausforderung für Städte in den kommenden Jahrzehnten dar. Ein vielversprechendes Lösungskonzept hierfür ist das Schwammstadtkonzept, das darauf abzielt, städtische Gebiete in effiziente Wasserspeicher zu transformieren. Diese innovative Herangehensweise bietet eine Reihe von Vorteilen, darunter einen verstärkten Schutz vor Hochwasser bei Starkregenereignissen, eine nachhaltigere Wasserversorgung und eine Steigerung der Lebensqualität für die Bewohner:innen. Im Rahmen eines Experteninterviews sprach unser Mitarbeiter Benjamin Kraff mit dem Merkurist über die bereits umgesetzten Maßnahmen und das noch vorhandene Verbesserungspotenzial in der Stadt Mainz.

Forschungsauftrag Hessen Mobil: Erfolgreicher Abschluss mit Übergabe

In den letzten Jahren haben Schäden an der hessischen Landesstraßeninfrastruktur zugenommen. Beispiele wie Straßensetzungen bei Dürreperioden, Risse in den Deckschichten bei Hitze oder Unterspülungen der Straße bei Starkregenereignissen zeigen, dass der Klimawandel auch eine Anpassung der Infrastruktur „Landesstraßen“ notwendig macht. Nicht nur technische Bauwerke, sondern auch die Begrünung der Seitenbereiche und der komplette Betriebsablauf spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Im Auftrag von und in Zusammenarbeit mit Hessen Mobil hat das Fachgebiet zwei Gutachten mit den Titeln „Gefährdungsanalyse von Verkehrsinfrastrukturen gegenüber Klimaauswirkungen (Band 1)“ und „Grundlagen für ein Hessisches Schwerpunktprogramm Klimaanpassung an Landesstraßen (Band 2)“ erstellt. Bei Band 1 zeigen wir, welche Klimawandelfolgen unter welchen



Die Übergabe nach zwei Jahren guter Zusammenarbeit (Bild: Hessen Mobil)

Rahmenbedingungen für die Landesstraßeninfrastrukturen Risiken mit sich bringen. Band 2 stellt eine Methodik zur Identifizierung von Risikoabschnitten und eine Priorisierung der Sanierung unter dem Aspekt der Kritikalität vor. Auch werden Handlungsempfehlungen, angepasst auf die Verwaltung der hessischen Landesstraßen, gegeben.

Der Pressetermin zur feierlichen Übergabe der Gutachten fand in Biedenkopf (Mittelhessen) statt und weckte das Interesse zahlreicher Medienvertreter:innen. Auf einem Rastplatz des Landesstraßennetzes wurden die Inhalte des Gutachtens von unserem Team vorgestellt. Hessen Mobil zeigte im Anschluss am Beispiel der dort geplanten Ortsumgebung auf, welche Maßnahmen aus den Gutachten bereits in die Planung der Straße im Lahntal übernommen werden konnten. Am Ende des Termins konnte sich die Presse über Hintergründe und Maßnahmen informieren. Das Fachgebiet freut sich über die positive Resonanz und bedankt sich für die sehr konstruktive Zusammenarbeit. Über den Termin wurde in den lokalen Tageszeitungen sowie in Sat1, RTL und FFH berichtet. Herr Prof. Hans-Joachim Linke war zudem Gast in der hr-Fernsehsendung „alle wetter“, um wichtige Punkte zu erläutern.

NEUIGKEITEN AUS DEM FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT

Mini-Symposium „Life Cycle Modelling in the Information Age“

Zum Thema „Life Cycle Modelling in the Information Age“ fand am 28. März 2023 im frisch sanierten Darmstädter Schloss ein wissenschaftliches Mini-Symposium statt.

Das Symposium wurde im Kontext des interdisziplinären Forschungsprojektes „Faster, easier, better? - Life Cycle Modelling in the Information Age“ veranstaltet, welches an der Technischen Universität Darmstadt Wissenschaftler:innen aus den Bereichen des Life Cycle Assessment, der Politikwissenschaften und des Datenmanagements zusammenbringt. In dieser interdisziplinären Zusammenarbeit werden Grundlagen und praktische Vorgehensweisen erforscht, um die vor dem Hintergrund des Green Deal zunehmend geforderte Bilanzierung und Berichterstattung von Treibhausgasen (THG) und anderen Umweltwirkungen unter Einbindung neuer Ansätze des Datenmanagements effizienter, aber auch zielgerichteter und aussagekräftiger zu machen.

Ziel des Symposiums, an dem rund 30 Experten:innen aus Wissenschaft und Praxis teilnahmen, war es, gemeinsam erste Ergebnisse des Projektes sowie Ideen für die weitere Forschung und die Vernetzung in diesem interdisziplinären Themengebiet zu diskutieren. In drei wissenschaftlichen Sessions mit inhaltlichen Schwerpunkten zu den Kernthemen Politik, Nachhaltigkeit und Datenmanagement referierten drei Gastredner:innen zu unterschiedlichen aktuellen Aspekten und Entwicklungen. Während Thomas Loew (Accenture) aktuelle politische Rahmenbedingungen und Reporting-Vorgaben beleuchtete, gab Professorin Irina Mazilu-Eyaz (Hochschule RheinMain) detaillierte Einblicke in die Möglichkeiten mittels eines prädiktiven Qualitätsmanagements Nachhaltigkeitsmaßnahmen in der Produktion umzusetzen. Abschließend stellte Paolo Papotti (EURECOM) neuartige Möglichkeiten vor, wie künftig Daten durch sogenannte Embeddings intelligenter verarbeitet werden können.

Das interdisziplinäre Symposium lieferte tiefe Einblicke in unterschiedliche Themenbereiche, deren Zusammenspiel für die künftige Nachhaltigkeitsbewertung und die entsprechende Berichterstattung unabdingbar sind. Für dieses Zusammenspiel ist jedoch ein gegenseitiges Verständnis notwendig, welches einen tiefergehenden Austausch voraussetzt. Erst dann können in der Zukunft Lösungsansätze miteinander diskutiert und entwickelt werden.

Wir möchten uns hiermit nochmals herzlich bei allen Teilnehmenden, insbesondere jedoch bei den drei Gastredner:innen bedanken, die mit ihren Vorträgen einen wertvollen Beitrag zum interdisziplinären Verständnis dieses komplexen Themenfeldes geleistet haben. Unser Dank gilt weiterhin dem Merck Sustainability Hub, einer gemeinsame Forschungsplattform von Merck und der TU Darmstadt, durch den das Projekt gefördert wird. Wir hoffen im Rahmen unserer Forschung den Austausch mit allen Teilnehmenden noch weiter vertiefen zu können und die geknüpften Kontakte in diesem Sinne weiter auszuweiten.

SuR-Doktorandenseminar in Rüdesheim

Vom 29. bis 31. März 2023 hat das Fachgebiet SuR zum ersten Mal seit Ausbruch der COVID-19 Pandemie wieder ein mit einer Reise verbundenes Doktorandenseminar abgehalten. Wie schon wiederholt in vergangenen Jahren ging es auch dieses Mal nach Rüdesheim am Rhein. Ziel des internen Seminars war es, den Dissertationsprojekten der Doktorand:innen ausreichend Zeit zu widmen, um Fragestellungen zu schärfen, neue Gedanken und Anregungen auszutauschen und Lösungsansätze für methodische und praktische Probleme zu diskutieren. Neben den individuellen Promotionsprojekten diskutierte das Fachgebiet in einem interaktiven Workshop übergeordnete, für die gesamte Gruppe relevante Fragestellungen zu methodischen Ansätzen und aktuellen politischen Entwicklungen.



Die Mitarbeiter:innen des SuR beim Doktorandenforum in Rüdesheim. (Foto: Alessio Campitelli)

Das Seminar war nicht nur in fachlicher Hinsicht ein Erfolg. Neben dem hohen Maß an konstruktiven Gesprächen und angeregten Diskussionen, leistete das Seminar auch einen wertvollen Beitrag zum Teamgeist. Unter anderem boten Kaffeeпаusen, ein Spaziergang zum Niederwalddenkmal, eine Weinprobe und ein ausgiebiger Spiele- und Gesprächsabend reichlich Gelegenheit zum Austausch, der das Gemeinschaftsgefühl des Fachgebiets merklich gestärkt hat. Somit hat sich Rüdes-

heim wiederholt bewährt und mit seiner herrlichen Lage zwischen Rheinufer und Weinbergen dazu beigetragen eine optimale Lern- und Tagungsatmosphäre zu schaffen.

Für die finanzielle Beteiligung des IWAR-Fördervereins möchten wir unseren ausdrücklichen Dank aussprechen! Wir freuen uns sehr über diese Möglichkeit und hoffen, dass wir auch in Zukunft von dieser Unterstützung profitieren können.

Positionspapier der Ressourcenkommission am UBA zu Chancen und Grenzen des Recyclings veröffentlicht

In ihrer Publikation „Chancen und Grenzen des Recyclings im Kontext der Circular Economy“ definiert die Ressourcenkommission am UBA, deren Mitglied Prof. Liselotte Schebek ist, Rahmenbedingungen und Anforderungen und gibt Handlungsempfehlungen.

Die Circular Economy ist ein Ansatz, mit dem Umwelt- und Klimaschutz, eine sichere Rohstoffverfügbarkeit und Ressourcenschonung erreicht werden soll, mit der Zielstellung, den Wohlstand und die Wirtschaftlichkeit Europas und Deutschlands zu gewährleisten. Recycling, das heißt die Rückführung von Materialien in die Wirtschaft zur erneuten stofflichen Nutzung, ist eine von vielen Strategien in der Circular Economy um diese Ziele zu erreichen.

Das Papier der Ressourcenkommission am UBA zeigt mögliche Indikatoren auf, mit denen erfasst werden kann, ob Materialien nach der Produktnutzung tatsächlich in stofflich hochwertiger Qualität in neue Produkte überführt werden und die somit geeignet sind, um zu bewerten, ob Recycling einen realen Beitrag zur Rohstoffversorgung leistet. Es werden die Vor- und Nachteile der Indikatoren diskutiert und Anforderungen an Systemgrenzen sowie Berechnungsmethoden skizziert. Das Papier fokussiert sich hierbei auf das Recycling von Metallen, da diese eine Schlüsselrolle in der Energie- und Klimawende haben.

Die Publikation kann hier heruntergeladen werden: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chancen-grenzen-des-recyclings-im-kontext-der>



Publikation der Ressourcenkommission am Umweltbundesamt

SuR-Team auf der 11. International Conference on Life Cycle Management in Lille

Vom 06. bis 08. September 2023 fand in Lille, Frankreich die 11. Internationale Konferenz für Life Cycle Management (LCM) statt. Die LCM gehört zu den weltweit führenden Foren zu den Themen ökologische, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit. Über 900 Teilnehmende aus über 40 Ländern diskutierten praktische Lösungen für die Umsetzung von Lebenszykluskonzepten in die strategische und operative Entscheidungsfindung, sei es in der Wissenschaft, der Industrie, bei NGOs oder öffentlichen Einrichtungen. Das Fachgebiet SuR war mit drei Präsentationen und zwei Postern vertreten.



Die SuR-WiMis Julian Baehr, Almut Güldemund, Steffi Weyand, Tabea Hagedorn und Niklas Scholliers auf der LCM 2023. (Foto: Unknown)

Am ersten Tag stellte Almut Güldemund ihr Konzept zur Bewertung des Potenzials der Circular Bioeconomy und ihrer Umweltwirkungen auf der Regionalebene vor. Mit ihrem hohen Detaillierungsgrad überzeugte sie das Publikum in der Session „Use of LCM in Sustainable Regional Development – Experience and Research Perspectives“.

Am zweiten Tag präsentierte Julian Baehr in der Session „Towards Carbon Neutrality with LCM“ im großen Saal Théâtre Marie Curie seine Forschungsergebnisse. Sein Ansatz, verschiedene unternehmensbezogene THG-Berichterstattungsstandards bezüglich Überschneidungen und Unterschieden

in Methodik und Datenbedarf zu analysieren und damit einerseits Synergien in der unternehmerischen Berichtserstattungspraxis und andererseits Harmonisierungspotenziale zu identifizieren stieß auf Anerkennung im Publikum.

Steffi Weyand stellte in der Session „Innovation for Sustainable Construction in Buildings & Cities“ die innerhalb des Projektes RessStadtQuartier entwickelte Toolbox für den Aufbau eines urbanen Materialflussmanagement-Systems zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Stadtquartieren vor. Die interessierten Nachfragen des Publikums hoben die Relevanz der Toolbox im Kontext des Themas Urban Mining hervor.

Am dritten Tag trugen Tabea Hagedorn und Niklas Scholliers zu den Postersessions „Transitioning towards sustainable value chains for Chemicals and Materials“ und „New methodological developments for LCM“ bei. In zahlreichen Diskussionen am Poster erläuterte Tabea Hagedorn wie ein optimierter Informationsaustausch in der Praxis die Entsorgung unterstützen kann und Niklas Scholliers seine integrierte Bewertungsmethodik zur ökologisch-ökonomisch Evaluation von saisonalen Wärmespeichern.

Fachkonferenz „Zukunftsfähige Stadtquartiere: Klimaneutralität, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft - Herausforderungen für Projekt- und Quartiersentwicklung“

Unter dem Motto „Zukunftsfähige Stadtquartiere: Klimaneutralität, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft - Herausforderungen für Projekt- und Quartiersentwicklung“ fand am 9. November 2023 die Fachkonferenz innerhalb des BMBF-Forschungsprojekts RessStadt-Quartier2 statt. Über 80 Expert:innen, Forschende und Studierende nahmen an der Fachkonferenz in der Kulturhalle Münster (Hessen) teil, um sich über aktuelle Anforderungen an Klimaneutralität, Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft von Immobilien- und Quartiersprojekten zu informieren sowie aktuelle Entwicklungen des Projekts RessStadt-Quartier2 zu verfolgen.



Praktische Vorstellung des „Werkzeugkastens Ressourceneffizienz“ auf der Fachkonferenz „Zukunftsfähige Stadtquartiere: Klimaneutralität, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft - Herausforderungen für Projekt- und Quartiersentwicklung“.
(Foto: Unknown)

Der aktuelle Hintergrund von Klimapolitik und Stadt- und Immobilienplanung wurde vor allem im Programmpunkt „Projekt- und Quartiersentwicklung im Kontext von Green Deal, Taxonomie und Circular Economy Action Plan“ dargestellt.

Das Projektkonsortium des Projekts RessStadtQuartier stellte seinen im Projekt entwickelten „Werkzeugkasten Ressourceneffizienz“ vor. Dieser beinhaltet Wissens- und Informationsgrundlagen sowie praxisbezogene Instrumente, mit denen in allen Phasen der Quartiersentwicklung geeignete Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz implementiert werden können. Durch die Verschränkung von Life Cycle Assessment (LCA), Building Information Modelling (BIM) und GIS-basierten Katastern soll die Verschränkung des physischen Lebenszyklus mit dem Planungszyklus von Quartieren erfolgen.

Eine wesentliche Intention der Fachkonferenz war es, den im Projekt entwickelten Werkzeugkasten und die einzelnen Instrumente auch praktisch vorzustellen. Dazu waren Stände aufgebaut, an welchen in den Pausen die entwickelten Tools des Werkzeugkastens praktisch am Computer demonstriert wurden. Die Teilnehmenden hatten so Gelegenheit, sich unterschiedliche praktische Nutzungsmöglichkeiten im Detail anzuschauen.

Insgesamt war die Fachkonferenz geprägt von einem großen Interesse aus der Praxis und der Beteiligung von Experten sowohl aus dem kommunalen und öffentlichen Bereich als auch aus der privaten Immobilienwirtschaft. Wir möchten uns hiermit noch einmal herzlich bei allen Teilnehmenden für die rege Diskussion und die Einblicke in die Herausforderungen der Transformation zu einer nachhaltigen und kreislauffähigen Bauwirtschaft bedanken und werden die Erkenntnisse der Fachkonferenz in die laufenden Arbeiten zur Fertigstellung des „Werkzeugkastens Ressourceneffizienz“ integrieren.

Ökobilanzwerkstatt 2023 in Darmstadt

Unter dem Motto „Neue Trends aus Life Cycle Assessment & quantitativer Nachhaltigkeitsbewertung“ hat die 18. Ökobilanzwerkstatt (ÖBW) vom 27. bis 29. September 2023 an der TU Darmstadt stattgefunden. Die ÖBW ist eine jährlich stattfindende Konferenz, die unter der Schirmherrschaft des Fachgebiet SuR in Kooperation mit verschiedenen Instituten ausgetragen wird. In diesem Jahr wurde sie vom Fachgebiet SuR auf dem Campus Lichtwiese veranstaltet und ist auf viel positive Resonanz gestoßen.

An den drei Konferenztagen wurden 26 spannende Arbeiten von Doktorand:innen und Early Career Researcher vorgestellt, die auf dem Gebiet der Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA) forschen oder LCAs für angewandte Forschung einsetzen. In sechs Sessions wurden Präsentationen und Poster aus den Themenbereichen digitale Lösungen für Nachhaltigkeitsbewertung in Unternehmen, Energie- und Recyclingtechnologien, Bioökonomie, Circular Economy und prospektive LCA sowie methodische LCA Arbeiten vorgestellt und intensiv diskutiert. Begleitet wurden die Vorträge der Teilnehmenden durch ein Rahmenprogramm aus Keynotes von etablierten Wissenschaftler:innen, die erstmals auch für interessierte Gäste und Studierende der TU Darmstadt zugänglich waren.



Die Teilnehmenden der 18. Ökobilanzwerkstatt 2023. (Foto: Unknown.)

Das Fachgebiet SuR war auf der ÖBW mit dem Eröffnungsbeitrag von Prof. Dr. rer. nat. Schebek, der Keynote von Dr. Sc. Vanessa Zeller zur Umweltbewertung von Circular Economy Maßnahmen und der

Keynote von Dr.-Ing. Steffi Weyand zur prospektiven LCA in der Materialentwicklung vertreten. Zudem hat Priskila Foresto mit ihrem Fachvortrag zur Umweltbewertung von Eisen als Energieträger ein spannendes neues Forschungsthema vorgestellt. Auch andere Fachbereiche der TU Darmstadt waren erstmals mit LCA Fachbeiträgen zur nachhaltigen Materialentwicklung, Konstruktion und additiver Fertigung vertreten. Durch die vielfältigen Gelegenheiten zur Diskussion und den persönlichen Erfahrungsaustausch beim sozialen Programm hat die Veranstaltung zur erfolgreichen Netzwerkbildung von Early Career Researchern beigetragen.

Nach 18 Jahren hat sich Liselotte Schebek als langjährige Schirmherrin der ÖBW im Zuge des Eintritts in ihren Ruhestand verabschiedet und die Veranstaltung an Dr. Sc. Vanessa Zeller übergeben. Die ÖBW kann daher fortgeführt werden und findet im September 2024 in Stuttgart in Kooperation mit dem Fraunhofer IBP statt.

Kolloquium „10 Jahre Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft“

Am 21. Juni 2023 fand im feierlichen Ambiente des Georg-Christoph-Lichtenberg-Hauses der TU Darmstadt das wissenschaftliche Kolloquium „Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft – 10 Jahre Fachgebiet SuR unter der Leitung von Prof. Dr. Liselotte Schebek“ statt. Das FG SuR wurde am 01. Oktober 2013 auf Beschluss des Senats der TU Darmstadt aus den damaligen Fachgebieten Abfalltechnik (zuvor geleitet durch Prof. Dr. Johannes Jäger) und Industrielle Stoffkreisläufe (geleitet durch Frau Prof. Dr. Liselotte Schebek) neu gegründet. 10 Jahre danach, am 01. Oktober 2023, tritt Frau Prof. Dr. Schebek in den Ruhestand. Ein Grund die Entwicklung des Fachgebietes und die aktuelle Bedeutung seiner wissenschaftlichen Themen zu würdigen: Etwa 100 geladene Gäste, Partner:innen und Freunde des FGs innerhalb und außerhalb der TU Da verfolgten das fachliche Programm. Nach den Grußworten von Sebastian Hummel (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen) und Dr. Patrick Voos (Wissenschaftsstadt Darmstadt) führte Prof. Dr. Boris Lehmann (Dekan des Fachbereichs 13) durch das Programm. Dabei wurde die hervorragenden Leistungen, die das Fachgebiet SuR und insbesondere Liselotte Schebek in der Forschung und der Lehre erbracht haben sowie die zunehmend hohe gesellschaftliche Relevanz der Themen Stoffstrommanagement, Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und Klimaschutz betont.



Gruppenbild aller Mitarbeitenden und Ehemaligen des Fachgebietes Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft. (Foto: Benjamin Schenk)

Im anschließenden Fachvortrag von Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde (Fraunhofer ISI) ging es um die Potentiale der Kreislaufwirtschaft für die Energie- und Klimapolitik. Frau Prof. Dr. Schebek stellte in ihrem Vortrag die Historie des Stoffstrommanagements im Zeitalter der Großen Beschleunigung dar. Abschließend wurde in einem interaktiven Vortrag von Dr.-Ing. Alessio Campitelli (Fachgebiet SuR) das Thema Life

Cycle Assessment (LCA) auf ungewöhnliche Art und Weise illustriert – ein Beitrag, der über die Wissenschaft hinaus auch eine sehr unterhaltsame Perspektive auf Methodik und Datenerhebung für das LCA bot.

Das Get-Together der Veranstaltung bot darüber hinaus Gelegenheit, mit Referierenden, Mitarbeitenden und Gästen des Fachgebietes ins Gespräch zu kommen.

SuR-Team auf dem 19th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling in Sardinien

Vom 09. bis 13. Oktober 2023 fand das 19th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling (Sardinien Symposium 2023) in Sardinien, Italien, statt. Das Sardinien Symposium 2023 gehört zu den weltweit führenden Symposien zum Thema Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Über 500 Präsentationen und Teilnehmende aus fast 50 Ländern diskutierten praktische Lösungen und Herausforderungen für die Umsetzung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft. Das Fachgebiet SuR war mit drei Präsentationen vertreten.



Die WiMis Julian Baehr, Alice Lopes und Tabea Hagedorn auf dem Sardinien Symposium 2023. (Foto: Unknown)

Am ersten Tag stellte Julian Baehr in der Session „Waste management and ecology“ aktuelle klimapolitische Rahmenbedingungen und Vorgaben der EU vor und diskutierte, inwiefern die Abfallwirtschaft das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 erreichen kann.

Tabea Hagedorn stellte in der Session „Decision tool in waste management“ die im Projekt ReCircE entwickelte Bewertungsmethodik zur Darstellung des ökologischen Fußabdrucks

der Sortierung und nachfolgenden Entsorgung von Smartphones vor. Das Projekt nutzt hierfür Informationen eines eigens entwickelten digitalen Produktpasses. Die Methodik soll in eine vereinfachte Anwendung umgesetzt werden, um Praktikern der Abfallwirtschaft einen ersten Zugang zu ökologischen Bewertungen zu ermöglichen.

In der Session „Waste management case studies“ präsentierte Dr. techn. Alice Lopes im Rahmen des Projekts DigInform „Digitales Informationsmanagement in der Akteurskette der Kreislaufwirtschaft in der produzierenden Industrie“ wie ein optimierter Informationsaustausch in der Praxis die Circular Economy beziehungsweise die Schließung von Materialkreisläufen unterstützen kann.

Durch die aktive Teilnahme konnten neue Kontakte zu Wissenschaftler:innen aus aller Welt geknüpft sowie wertvolles Feedback zu aktuellen Arbeiten eingeholt werden und war somit ein voller Erfolg.

2 Forschungstätigkeiten am Institut IWAR

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

Insgesamt zwei fachgebietsübergreifende, zwei fachbereichsübergreifende und 39 fachgebietsbezogene Forschungs- und Entwicklungsprojekte wurden im Berichtsjahr 2023 am Institut IWAR betreut.

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/BMWi), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), das Hessische Ministerium für Bildung und Kunst (HMWK), das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MUNUG), Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), der Magistrat der Stadt Darmstadt, die Stadt Bad Homburg v.d.H., die Stadt Mannheim, die Förderinitiative für interdisziplinäre Forschung (FiF), die Fritz und Margot Faudi-Stiftung, die Willy-Hager-Stiftung, das Hilde-Domin Programm, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), das Fraunhofer-Institut, das Robert Koch-Institut, die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD), das China Scholarship Council (CSC), VDI ZRE, AiF ZIM, HessenMobil und der Deutsche Bahn. Weiterhin wurden Projekte bearbeitet, die von der Industrie und verschiedenen Vereinen gefördert wurden.

Die Beschreibung der Fachgebiete erfolgt über die unten skizzierten Inhalte:

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

2.1 Fachgebiets- und fachbereichsübergreifende Forschungstätigkeiten

Die fachgebiets- und fachbereichsübergreifenden Forschungstätigkeiten am Institut IWAR gliedern sich in vier Forschungsprojekte, welche nachfolgend kurz beschrieben und im weiteren Verlauf näher dargestellt werden:

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

Das Verbundprojekt RePhoRM ist ein vom BMBF im Rahmen des Förderprogramms „Forschung und Nachhaltige Entwicklung (FONA3)“ gefördertes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Regionales Phosphor-Recycling (RePhoR)“. Ziel des Projektes ist, eine technologische sowie organisatorische Verbundlösung für das Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet zu erarbeiten und großtechnisch umzusetzen.

- **Corona in Vietnam**

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

- **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 aus Kläranlagen**

Mitarbeitende am Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie forschen in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „Microbial energy conversion & biotechnology“ am Fachbereich Biologie zum Einsatz von Lachgas-atmenden Bakterien auf Kläranlagen zur Reduzierung der Lachgasemissionen.

2.1.1 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)

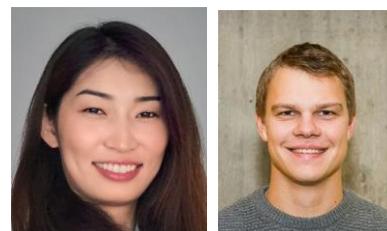
Das Ziel von RePhoRM besteht darin, eine technologische sowie organisatorische Verbundlösung für das Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet zu erarbeiten und großtechnisch umzusetzen. Die Grundlage dafür bildet das PHOS4green-Verfahren zur Düngergranulatherstellung aus Klärschlammasche. Dieses Verfahren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

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

Anschließend werden in einer halbtechnischen Demonstrationsanlage die Dimensionierungsgrundlagen für die großtechnische Umsetzung des Verfahrens erarbeitet.

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

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



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

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

2.1.2 Corona in Vietnam

SARS-CoV-2-Überwachung in Vietnam

Fördergeber:

Land Hessen, GIZ

Förderzeitraum:

01.01.2021 – 31.05.2023

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



Laborgebäude in Vietnam (Bild: Jana Trippel)



Fachgebiet Wasser und Biotechnologie

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Janina Mattersdorf, M.Sc.

Fachgebiet Abwassertechnik

Prof. Dr.-Ing. habil Martin Wagner

2.1.3 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

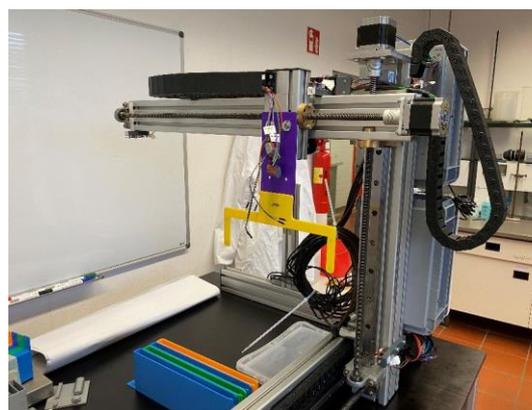
Das Forschungsprojekt der Faudi-Stiftung soll unterschiedliche Verfahren zur Modifikation und Funktionalisierung von Membranoberflächen überprüfen und Strategien zur Verbesserung des Rückhalts, der Selektivität und des Fouling-Verhaltens von Celluloseacetat-Membranen entwickeln. Dazu werden am Fachgebiet Abwassertechnik layer-by-layer (LbL) Beschichtungen mit Polyelektrolyten durchgeführt, um gezielt die Oberflächen- und Ladungseigenschaften der eingesetzten Membranen zu beeinflussen. Seit Oktober 2023 wurde das Forschungsprojekt um Herrn Hongkang Li, M.Sc. aufgestockt.

Die Etablierung der Mikroschadstoffanalytik zur Erfassung des selektiven Rückhalts von einzelnen Kontaminanten mittels LCMS/MS konnte in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe nach Anpassung des Analysegangs erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Oberflächencharakterisierung der Membran wird durch das Fachgebiet Smart Membranes unterstützt.

Der Versuchsstand zur Automatisierung des LbL-Beschichtungsvorgangs wurde im November 2023 erneut modifiziert. Dadurch können Tauchbeschichtungsgänge mit unterschiedlichen Prozessparametern ermöglicht werden. Beschichtungen mit 5, 10, und 20 Bilayern werden mit

den Polyelektrolyten PAH, PAA, PDAD-MAC und PSS unter verschiedenen Kombinationen und Parametern auf Celluloseacetat- und Polyamid-Membranen in nanoskaligen Poren durchgeführt. Große Bemühungen bestehen zurzeit in der Stabilität und Reproduzierbarkeit der Beschichtung. Eine erfolgreiche Beschichtung ist für die zuverlässigen umfangreichen Versuchsergebnisse in der Zukunft von Bedeutung.



Tauchbeschichtungsversuchsstand. (Bild: Hongkang Li)



Kontaktpersonen

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Hongkang Li, M.Sc.

Ernst-Berl-Institut für Technische
und Makromolekulare Chemie
Arbeitsgruppe „Smart Membranes“
Prof. Dr. Annette Andrieu-Brunsen

2.1.4 Reduktion der Lachgasemissionen aus Kläranlagen

Reduzierung von Lachgasemissionen aus Kläranlagen durch Lachgasatmende Bakterien

Fördergeber:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderzeitraum:

01.08.2023 – 31.07.2026



Symbolbild für die Lachgasreduktion mithilfe von N_2O -atmenden Bakterien (NrB). (Bild: Projektgruppe)

Mit dem DFG-Projekt „Reduzierung von Lachgasemissionen aus Kläranlagen durch Lachgas (N_2O)-atmende Bakterien“ sollen verschiedene N_2O -atmende Bakterien (NrB) und deren Anwendbarkeit zur Verminderung von 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 sollen Reaktoren im Labormaßstab betrieben werden, um in Kurz- und Langzeitexperimenten die Auswirkung von anwesendem gelöstem Sauerstoff, unterschiedlichen N_2O - und Nitratkonzentrationen auf NrB zu untersuchen. Mithilfe dieser Untersuchungen soll eine erste Eignungsbewertung 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 N_2O -atmenden Bakterien zu nutzen.

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.



Fachgebiet Wasser und Biotechnologie
Prof. Dr. Susanne Lackner
Janis Wilbert, M.Sc.

Fachgebiet Microbial energy conversion & biotechnology, Fachbereich 10
Prof. Dr. Jörg Simon

2.2 Fachgebiet Abwassertechnik

2.2.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Abwassertechnik

Das Fachgebiet Abwassertechnik am Institut IWAR beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Verfahrenstechnik und Technologieentwicklung zur Behandlung kommunaler und industrieller Abwässer und Schlämme. Durch die Vielfalt möglicher technologischer Lösungsansätze (z.B. Belebtschlammverfahren, anaerobe Abwasserreinigung, chemisch-physikalische Verfahren) liegt ein Schwerpunkt der Lehr- und Forschungstätigkeit auf der Bewertung des Zusammenwirkens und der gegenseitigen Abhängigkeiten von Prozessschritten in unterschiedlichen Verfahrenskombinationen. Dazu werden angewandte Grundlagen der biologischen Abwasserreinigung und Schlammbehandlung ebenso vermittelt, wie chemisch-physikalische Grundoperationen (chemische Oxidation, Fällung/Flockung, Adsorption) und Membrantechnik. Versuchs- und Pilotanlagen im Technikum und auf dem Versuchsfeld des Fachgebiets in Eberstadt dienen der praxisnahen Erprobung und dem Scale-up der neuen Technologien. Aktuelle Forschungsprojekte beschäftigen sich dazu mit der 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.



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

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



2.2.2 Forschungsprojekte

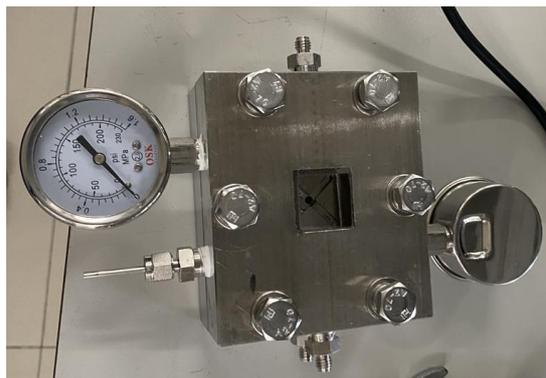
Catalytic membrane reactor for oxidative degradation of pollutants in water phase

Fördergeber:

China Scholarship Council (CSC)

Förderzeitraum:

06.12.2021 – 06.12.2024



Photokatalytischer Membranreaktor (Bild: Tong Li)

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

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

Ein photokatalytischer Membranreaktor (PMR) im Labormaßstab wurde gebaut, mit dem aktuell die Beziehung zwischen Katalysatorbeladung und Verarbeitungseffizienz erforscht wird. Für die Herstellung der Katalysatoren wurden Katalysatoren auf Titandioxidbasis gewählt und mit Graphenoxid modifiziert, um die Absorption von sichtbarem Licht zu erreichen. Im weiteren Verlauf des Projekts werden verschiedene Arten von Mikroverunreinigungen ausgewählt und die katalytischen Photodegradation dieser Stoffe im PMR-System untersucht.



Kontaktpersonen

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

SeWAGE PLANT H

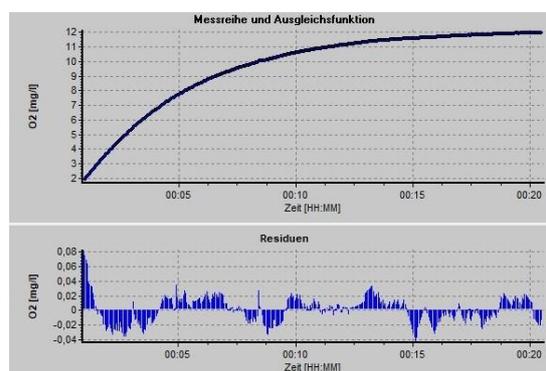
Sektor-gekoppelte Wasserstoff- Sauerstoff- und Abwärme-Generation und – Einsatz im Großklärwerksmaßstab in Hannover

Fördergeber:

Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

Förderzeitraum:

Haushaltsjahre 2021 – 2024



Ergebnis aus einer Messung des Sauerstoffeintrags bei einem Vorversuch. (Bild: Nicolas Kaltwasser)

Als Unterauftragnehmer der Universität Hannover bearbeitet das Institut IWAR die Fragestellung des Sauerstoffeintrags über ein Druckbelüftungssystem bei erhöhter Sauerstoffkonzentration in der Zuluft in Reinwasser nach DWA M-209. Mit der Integration von Reinsauerstoff aus der Elektrolyse könnte es in Zukunft möglich sein, ein Luft/Sauerstoff-Gemisch bei der Belüftung im Belebungsbecken zu verwenden und so möglicherweise Energie zu sparen.

Die Messungen sollen am institutseigenen 17 m³ Reinwassertank (siehe Foto)

stattfinden. Der Einbau einer Reinsauerstoffleitung mit Flaschendepot wurde durchgeführt, um eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff zu gewährleisten. Zur Bestimmung der Volumenströme bzw. Mischungsverhältnisse von Luft und Sauerstoff wurden thermische Durchflusssensoren verbaut, welche aktuell validiert und justiert werden.

Gemessen werden in einem ersten Schritt fünf unterschiedliche Luft/Sauerstoff-Gemische bei fünf verschiedenen Luftvolumenströmen. Es werden Absorptionsmessungen nach DWA M-209 durchgeführt.



Versuchsanlage: 17 m³ Reinwassertank (Bild: IWAR)



Kontaktpersonen

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

Entwicklung innovativer Ausgestaltungsoptionen für ein ganzheitliches Wassermanagement

Fördergeber:

Stadt Bad Homburg v.d.H.

Förderzeitraum:

01.02.2021 – 31.03.2023



Maßnahmenpaket Betriebswassernutzung Gewerbegebiet aus weitergehend aufbereitetem Kläranlagenablauf. (Bild: Maro Atzorn)

Am 23. März 2023 konnte das Projekt nach rund zwei Jahren Projektlaufzeit mit der Abschlussveranstaltung zu einem erfolgreichen Ende gebracht werden. Im Hause der Bad Homburger Stadtwerke wurden den rund 25 Vertreter:innen der Stadt seitens des IWW Rheinisch Westfälischen Instituts für Wasserforschung sowie des Fachgebiets Abwassertechnik drei Handlungsfelder mit unterschiedlichen Maßnahmenoptionen vorgestellt. Am

Ende der Veranstaltung konnten mehrere Initiativen gestartet werden, die im Bereich Erhalt und Erhöhung der lokalen Ressourcenverfügbarkeit, Nutzung alternativer Ressourcen sowie Wasserbedarfs-senkung seitens der Stadt Bad Homburg umgesetzt werden sollen.

Bereits Ende 2022 wurde der Abschlussbericht zum Projekt fertiggestellt. Aufbauend auf der Bestandsanalyse werden darin verschiedene wasserwirtschaftliche, technische und organisatorische Möglichkeiten diskutiert, um die Trinkwasserversorgung der Stadt Bad Homburg resilienter zu gestalten. Zudem wurden konkrete technische Maßnahmenpakete zur Wasserwiederverwendung erarbeitet und ökonomisch bewertet.



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

NEOBART

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderzeitraum:

01.04.2021 – 30.06.2022

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Ermittlung von Kennwerten für eine energieoptimierte Auslegung von Belüftungssystemen bei neuen Abwasserbehandlungsverfahren. Zu diesen Verfahren zählen unter anderem der Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) sowie die Zugabe von Pulveraktivkohle in das Belebungsbecken. Neben den kontinuierlichen Messungen des Sauerstoffeintrags sollen zudem die klimarelevanten Gase Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Lachgas (N_2O) detektiert werden.

In einer Glassäule im Technikum des Instituts IWAR wurden in den letzten Monaten Versuche mit unterschiedlichen Aufwuchskörpern und weiteren inerten Materialien, wie zum Beispiel Pulveraktivkohle (PAK), durchgeführt. Ziel der Versuche im Technikums-Maßstab ist es, festzustellen, welchen Einfluss die Zugabe von Aufwuchskörpern und andere inerte Materialien auf den Sauerstoffeintrag haben.

Auf Grundlage der Versuche im Technikums-Maßstab wurde nun ein Scale-up vorgenommen. Daher wurden im Glasbecken, welches ein Volumen von 17 m^3 fasst, Versuche mit unterschiedlichen Füllungsgraden und Belegungsdichten sowie verschiedenen Belüfvertellern durchgeführt.

Da die Versuche im Glasbecken nur in Reinwasser stattfinden können, werden zudem noch weitere Versuchsreihen mit kommunalem Abwasser in der Pilotanlage auf dem Versuchsfeld Eberstadt durchgeführt.



Aufwuchskörper für die Versuche im Glasbecken. (Bild: Jana Trippel)



Untersuchung des Einflusses von Aufwuchskörpern auf den Sauerstoffeintrag. (Bild: Jana Trippel)



Kontaktpersonen

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

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 – 30.09.2024

Aufgrund vielfältiger Einsatzmöglichkeiten haben sich Anaerobreaktoren zur (Vor)Behandlung organisch belasteter und hochkonzentrierter Industrieabwässer weltweit etabliert. Verfahrenskombinationen und anlagenbedingte Betriebsstörungen sind weitestgehend gelöst. Dennoch treten in der Praxis Betriebsstörungen und leistungsmindernde Effekte auf, die auf eine reduzierte Aktivität der anaeroben Biozönose sowie eine Desintegration des granulierten Anaerobschlamm zurückzuführen sind.

Die im Forschungsvorhaben „FrüWAn“ anstehenden Untersuchungen fokussieren inhibierende und leistungsmindernde Auswirkungen von erhöhten Salzkonzentrationen auf die anaerob granuliert Biomasse unter definierten Betriebsbedingungen in labortechnischen EGSB-Reaktoren („Expanded Granular Sludge Bed“). Das Vorhaben startete am 01. Oktober 2023 und baut auf den Ergebnissen des Vorgängerprojekts „DevlanGra“ auf, welches ebenfalls durch die Willy-Hager-Stiftung gefördert wurde. Die Laufzeit des Projekts beträgt ein Jahr.

Im Langzeitbetrieb sollen die Auswirkungen der kontinuierlichen Hemmstoffexposition auf die Bakterienpopulation untersucht werden. Dabei wird der granuliert Schlamm fortwährend auf Veränderungen seiner chemisch-physikalischen Zusammensetzung, seiner kinetischen Eigenschaften (spezifische Methanaktivität) sowie durch mikrobielle Untersuchungen (Gensondentechnik) untersucht. Ergänzend werden die Betriebsdaten (Laborparameter und Online-Daten) der drei EGSB-Reaktoren ausgewertet und auf Korrelationen mit den Schlammparametern analysiert. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Frühwarnsystems für den Anlagenbetrieb sowie die Erprobung betriebsstabilisierender Maßnahmen.



Anaerobe EGSB-Versuchsanlage. (Bild: S. Kale-Fundneider)



Kontaktpersonen

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

2.2.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Durchmischung bei unterschiedlichen Abwasserbehandlungsverfahren mittels Belüftungssystemen

Energetische Optimierung von Kläranlagen bis Größenklasse 3 (bis 10.000 EW)

Untersuchung der Mineralphasen von Klärschlammaschen und Produkten des Phosphor-Recyclings

Masterarbeiten

Aufbereitungskonzepte für Niederschlagswasser aus Trennsystemen mit dem Ziel der Wasserwiederverwendung

Einsatz eines Membranbioreaktors zur Aufbereitung von Brüdenkondensaten aus Molkeereien

Optimierung einer Belebtschlammanlage zur Behandlung von Industrieabwasser im Labormaßstab – Einsatz eines Chemostaten zur Verbesserung des Abbaus von Triacetamin

Stoffstromanalyse des nasschemischen Phosphor-Recyclings aus Klärschlammasche

Untersuchung der Hemmwirkungen von Salzen und Zwischenprodukten bei der Vergärung von Restströmen aus der Milchverarbeitenden Industrie

2.2.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Atzorn, M.; Engelhart, M., Statuskonferenz WavE II, 07.-08.02.2023. Frankfurt.

Trippel, J., 33. Hamburger Kolloquium zur Abwasserwirtschaft, 05.-06.09.2023, Hamburg.

Wagner, M.; Trippel, J.; Kaltwasser, N.: Leistung und Bemessung von Belüftungseinrichtungen und Rührwerken. Wawikurs, 24.-25.10.2023. Kassel.

Wagner, M., Forschungsaufenthalt VGU University 19.04.-30.04.2023, Ho Chi Minh City, Vietnam

Wagner, M., Forschungsaufenthalt VGU University 15.09.-27.09.2023, Ho Chi Minh City, Vietnam

2.2.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Barkmann-Metaj, L.; Weber, F.; Bitter, H.; Wolff, S.; Lackner, S.; Kerpen, J.; Engelhart, M. (2023): Quantification of microplastics in wastewater systems of German industrial parks and their wastewater treatment plants. In: The Science of the total environment 881, S. 163349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163349> .

Schwarz, M.; Trippel, J.; Engelhart, M.; Wagner, M. (2023): Dynamic alpha factor prediction with operating data - a machine learning approach to model oxygen transfer dynamics in activated sludge. In: Water research 231, S. 119650. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119650> .

Konferenzbeiträge:

Barkmann-Metaj, L.; Engelhart, M.: Industrielle Mikroplastik Emissionen: Die Bedeutung von Industrieparkkläranlagen als Punktquelle in aquatische Systeme. In: 9. Industrietage Wassertechnik 2023. Frankfurt.

Barkmann-Metaj, L.; Weber, F.: Industrial microplastic and pellet loss: status quo and possible reduction measures. Tackling microplastics in the environment - evidence-based policy recommendations on textile fibres, tire abrasion, and pellet loss. Brüssel.

Engelhart, M.: Bausteine zur Wasserwiederverwendung. E+E Diskurs. Darmstadt.

Engelhart, M.: Belüftungssysteme bei der industriellen Abwasserbehandlung vor dem Hintergrund der Wasserwiederverwendung. 7. Infotag IWAR Abwassertechnik. Darmstadt.

Engelhart, M.: RePhoRM: Regionales Phosphorrecycling im Rhein-Main-Gebiet unter Berücksichtigung industrieller und agrarischer Stoffkreisläufe. Statuskonferenz RePhoR. Frankfurt.

Kaltwasser, N.: Verwendung von Elektrolyseur-Reinsauerstoff in der Abwasserbehandlung. 7. Infotag IWAR Abwassertechnik. Darmstadt.

Trippel, J.: Einfluss des Belüftungssystems auf die Lachgasemissionen aus dem Belebungsbecken. 7. Infotag IWAR Abwassertechnik. Darmstadt.

Wagner, M.: Sauerstoffeintrag und Belüftungstechnik im Wandel der Zeit. 7. Infotag IWAR Abwassertechnik. Darmstadt.

- Wagner, M.; Bauer, S.: Möglichkeiten und Herausforderungen für eine Wasserwiederverwendung nach Prinzip „Fit for purpose“. 34. Karlsruher Flockungstage. Karlsruhe.
- Wagner, M.: Relevant energy saving technologies for urban and rural areas in Vietnam. German Vietnamese Science Day. Da Nang, Vietnam.
- Wagner, M.; Trippel, J.; Kaltwasser, N.: Energieoptimierte Abwasserbehandlung – Wie flexibel kann die Belüftung betrieben werden? Vom Trinkwasser zum Klärschlamm, vom Notfall zur Energiewende. München.

2.3 Fachgebiet Wasser und Umweltbiotechnologie

2.3.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Wasser und Umweltbiotechnologie

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

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

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

Fachgebietsleitung
Wasser und Umweltbiotechnologie
Prof. Dr. Susanne Lackner



2.3.2 Forschungsprojekte

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

Fördergeber:

Europäische Kommission

Förderzeitraum:

01.11.2021 – 31.03.2023

Emergency Support Instrument

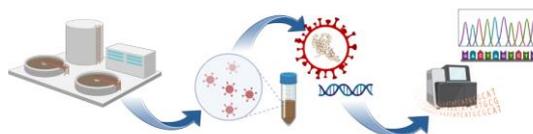
ESI-CorA

Nachweis von SARS-CoV-2 im Abwasser

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

Im Rahmen des Projekts „Systematische Überwachung von SARS-CoV-2 im Abwasser“ (ESI-CorA) soll in Zusammenarbeit mit Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Ländern und Kommunen ein gemeinsamer Ansatz zu einer möglichen Einführung einer systematischen Überwachung von SARS-CoV-2 und seinen

Varianten im Abwasser erarbeitet werden. ESI-CorA wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des Soforthilfeinstruments (Emergency Support Instrument-ESI) gefördert. Das Fachgebiet WUB unterstützt dieses Projekt in dem während der Projektlaufzeit mehrmals die Proben der 20 ausgewählten Standorte sequenziert und analysiert werden, um die Verbreitung von SARS-CoV-2 Varianten im Abwasser zu überwachen.



Workflow der Genomsequenzierung von Abwasserproben (eigene Darstellung)

Abschlussbericht:

https://www.ptka.kit.edu/img/ESI-CorA_Bericht_final.pdf



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Kira Zachmann, M.Sc.

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.12.2021 – 28.02.2023



Das Projekt „WaReNam“ zielt auf die transdisziplinäre Entwicklung einer Wasserwiederverwendungsstrategie für Namibia ab, um durch wechselseitiges Lernen zwischen Wissenschaft und Praxis in den Bereichen Technologie, Governance und Kapazitätsentwicklung langfristig die Wassersicherheit zu erhöhen. In diesem Zusammenhang werden vier wissenschaftliche Partner, neun Akteure aus Politik/Verwaltung und vier industrielle Partner aus Deutschland und Namibia ihr Wissen und ihre Erfahrungen austauschen, um die Potenziale und Risiken der

Nutzung von Wasser aus Kläranlagenabläufen für unterschiedliche Zwecke (Bewässerung, Brauchwasser für Industrie oder Stadtgrün, Grundwasseranreicherung) zu erforschen. Die zu entwickelnde Strategie beinhaltet auch ein Risikomanagementkonzept mit Normen und Standards und trägt durch eine bessere Verknüpfung von Wasser, Energie und Nahrung zu einer Erhöhung der Wasser- und Ernährungssicherheit bei.

Abschlussbericht:

https://www.fona.de/meldien/pdf/WASA/WASA_WaReNam_final_report_initial_phase.pdf?m=1689329974&



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

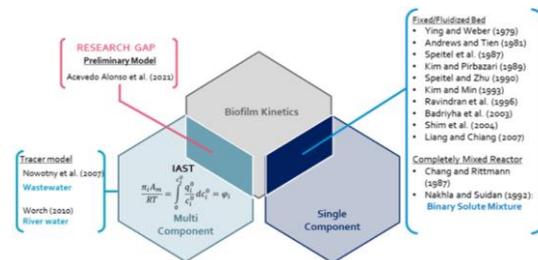
Modellierung des Verbleibs von organischem Kohlenstoff und Mikroverunreinigungen in biologisch-aktiven Aktivkohlefiltern

Fördergeber:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Förderzeitraum:

07.06.2022 - 06.06.2025



Summary of the to date published models related to biological active GAC-Filters (eigene Abbildung)

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.



Kontaktpersonen

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

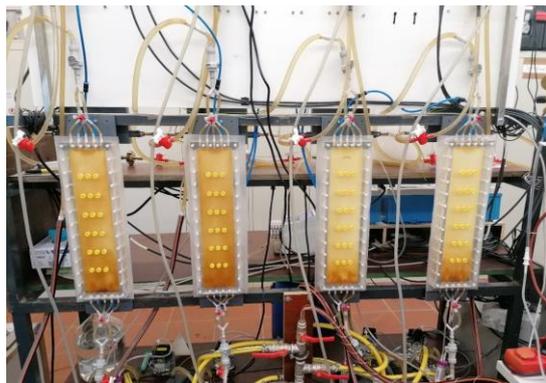
Red-CO₂-PNA: Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der kommunalen Abwasserreinigung – Vergleich verschiedener Verfahren zur Deammonifikation

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.07.2021 - 30.06.2024



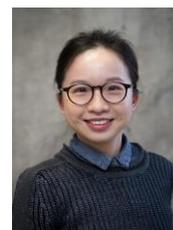
MABR Reaktoren (Bild: IWAR)

Im Rahmen der Deutsch-Israelischen Wassertechnologiekoooperation startete am 01.07.2021 das Projekt „Red-CO₂-PNA“ in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Michal Green des Israel Institute of Technology (Technion, Civil and Environmental Engineering in Haifa, Israel). Die Projektlaufzeit beträgt 3 Jahre.

Kläranlagen sind einer der Hauptenergieverbraucher von Kommunen und mit einem Anteil von durchschnittlich 20 % oft sogar der größte Energieverbraucher. Gleichzeitig sind sie für die Emission von mehr als 27 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr verantwortlich. Einen erheblichen Anteil am Energieverbrauch kommunaler Kläranlagen entfällt auf die biologische Reinigungsstufe, insbesondere für die Entfernung von Stickstoffverbindungen.

Die Stickstoffelimination mittels Nitrifikation/Denitrifikation ist der aktuelle Standard. Dieses Verfahren ist aufgrund des hohen Sauerstoffbedarfs für die Oxidation von Ammonium zu Nitrat (Nitrifikation) und des Kohlenstoffbedarfs (Denitrifikation) sehr energieintensiv. Die Deammonifikation, eine Kombination aus einer Teil-Nitrifikation (Oxidation von Ammonium zu Nitrit) und der anaeroben Ammoniumoxidation (Anammox), liefert hierzu eine interessante Alternative. Während sich die Deammonifikation als effektive Technologie für die Behandlung von hochbelasteten Teilströmen auch auf kommunalen Kläranlagen bereits bewährt hat, wurde die Technologie bisher nur wenig für die deutlich größeren Einsatzmöglichkeiten im Hauptstrom kommunaler Kläranlagen getestet oder umgesetzt.

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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Qi Li, M.Sc.

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

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.04.2021 – 31.03.2023

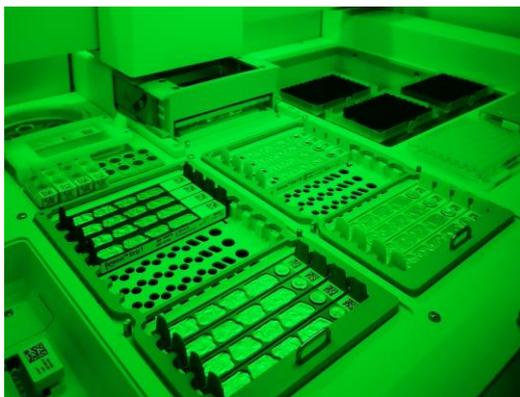


Foto des Sequenzierers (Bild: Kira Zachmann)

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

Die Meldesysteme des Gesundheitssektors kommen bei zu hohen Fallzahlen schnell an ihre Grenzen. Auch asymptomatische Personen, die durch die Unwissenheit über die eigene Erkrankung das Virus weiterverbreiten, sind problematisch. Den Nachweis, dass Abwasserproben unterstützen können das Infektionsgeschehen zu verfolgen, weil diese nicht von Testkapazitäten, Teststrategien oder asymptomatischen Verläufen beeinflusst werden, wurde bereits in verschiedenen Studien weltweit gezeigt. Noch wenig erforscht ist das

Potential von Abwasserproben als Quelle für genomische Information und damit die Möglichkeit, Verbreitungswege des Virus und von Mutationen wie z.B. SARS-CoV-2 Lineage B.1.1.7, die sich in England vermehrt ausgebreitet hat, frühzeitig zu erkennen.

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

Abschlussbericht:

<https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIB-KAT:1878887645/Das-SARS-CoV-2-genom-im-Abwasser-Monitoring-der?cHash=74e21b76c1b38bdb6aaa7461546abfcc>



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Kira Zachmann, M.Eng.

RAaaO – Reduktion von Antibiotikaresistenzen mittels akustisch aktivierter Ozonierung

Fördergeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.05.2020 – 30.04.2023



Aufbau zur akustisch aktivierten Ozonierung von Abwasserproben (Bild: IWAR)

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

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

Zur Analyse der Wirksamkeit von Ultraschall und Ozon auf die Elimination von Antibiotikaresistenzen wurde von up2e! GmbH eine Pilotanlage entwickelt. Derzeit werden erste Testläufe mit Reinkulturen in der Anlage durchgeführt. In Laboranalysen wird das Wiederaufkeimungspotential mittels der optischen Dichte bestimmt. Die Anzahl der Zellen und ihre Membranintegrität vor und nach der Ozon-/Ultraschallbehandlung können im Durchflusszytometer betrachtet und die Antibiotikaresistenzgene mittels PCR detektiert werden.

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

Abschlussbericht:

<https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIB-KAT:1878886525/Reduktion-von-Antibiotikaresistenzen-mittels-akustisch?cHash=0de5a84a46adcaf987e7f07b54b2786e>



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner
Dr. rer. nat. Laura Orschler
Alice Löffler, M.Sc

Rue-ARG – Rückhalt antibiotikaresistenter Keime und Gene

Fördergeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Förderzeitraum:

01.04.2020 – 31.03.2023



Projektteam vor den Anlagencontainer (Bild: I-WAR)

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

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

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

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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Susanne Lackner

Dr.-Ing. Shelesh Agrawal

Janina Mattersdorf, M.Sc.

Franziska Kirchen, M.Sc.

2.3.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

Einfluss der Probenlagerung auf die Nukleinsäuren in Abwasserproben am Beispiel von SARS-CoV-2

Modellbasierte Untersuchung der Bildung von reaktiven Stickstoffverbindungen durch ammoniumoxidierende Bakterien bei der GAK-Filtration von Kläranlagenabläufen

Masterarbeiten

Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens für die Simulation der Spurenstoffentfernung in Aktivkohlefiltern

Bestimmung der vorhandenen und erworbenen antibiotikaresistenten Gene einer mikrobiellen Nitrifikationsgemeinschaft im Abwasser

Datengestützte Optimierung einer Membranfiltrationsanlage zur Erhöhung der Betriebsstabilität

Machine Learning Based Modeling of Activated Carbon Filters for Micropollutant Removal

Praktische und theoretische Betrachtungen der Rückführung von Aktivkohleschlamm aus einer nachgeschalteten Behandlungsstufe in das Belebungsbecken

The Sequencing Batch Reactor (SBR) Technology - Evaluation of a full scale SBR plant for treatment of landfill leachate.

Trübung als Surrogatparameter für den Aktivkohleschlupf bei adsorptiven Verfahren zur Spurenstoffentfernung

Untersuchung der Flockung von Pulveraktivkohle sowie superfeiner Pulveraktivkohle mittels Fäll- und Flockungsmittel

2.3.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Agrawal, S., Vortrag: Abwasserbasierte Überwachung von SARS-CoV-2 – ein retrospektiver vs. Prospektiver Ansatz, 27. - 28.03.2023, Frankfurt am Main: SUK DECHEMA.

Kirchen, F., Vortrag: Superfeine Adsorbens und Polstofffiltration zur Entfernung von organischen Spurenstoffen, 27. - 28.03.2023, Frankfurt am Main: SUK DECHEMA.

Lackner, S.; Zachmann, K., Abschlussveranstaltung: EU-Projektes ESI-CorA, 21. - 22.03.2023, Karlsruhe.

Mattersdorf, J., Vortrag: Einfluss der Auswahl von ARGs auf die Bewertung weitergehender Abwasserreinigungsprozesse anhand eines Beispiels, 27. - 28.03.2023, Frankfurt am Main: SUK DECHEMA.

2.3.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Kaiser, T., Acevedo, V., Fundneider, T., Lackner, S.: The significance of granular activated carbon pore structure in modeling dissolved organic carbon removal in fixed-bed filters. *Chemical Engineering Journal* 464, 142729. (2023)
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142729>

Sinn, J., Agrawal, S., Orschler, L., Schubert, S., Lackner, S.: Upgrade of waste stabilization ponds to improve effluents for reuse purposes *H2Open Journal* 6(2), 315–330. (2023)
<https://doi.org/10.2166/h2oj.2023.063>

Konferenzbeiträge:

Agrawal, S.: Wastewater Surveillance at FraPort Germany. (2023) 1. Global Wastewater Surveillance System for Public Health Conference (GLOWACON)

Kirchen, F.: Micropollutant removal with superfine Adsorbents and Pile Cloth Media Filtration. (2023) IWA Particle Separation Conference

Kirchen, F.: Superfeines Adsorbens zur Entfernung von organischen Spurenstoffen – Zwei Verfahrenskonzepte: Einsatz von Polstofffiltration und keramische Membranfiltration zur Anreicherung und Abtrennung von sPAK. (2023) 15. Aachener Tagung Wassertechnologie

Mattersdorf, J.: Impact of the diurnal variation in the resistome entering the wastewater treatment plant on the performance of an ultrafiltration membrane. (2022) International Symposium on Microbial Ecology.

Zachmann, K.: Entwicklung neuer Strategien für das Konzept des abwasserbasierten Monitorings am Beispiel von SARS-CoV-2. (2023) 56. Essener Tagung für Wasserwirtschaft (Young Scientists)

Zachmann, K.: Mobile Laboratory for Wastewater Surveillance. (2023) 1. Global Wastewater Surveillance System for Public Health Conference (GLOWACON)

2.4 Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung

2.4.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Raum- und Infrastrukturplanung

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

Die Forschung konzentrierte sich auf folgende Schwerpunkte:

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

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

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

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



2.4.2 Forschungsprojekte

Nachhaltiges und strategisches Flächenmanagement mit Ökokonten

Fördergeber:

Deutsche Bahn

Förderzeitraum:

01.12.2021 – 15.04.2023



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

Im Zuge des Neu- und Ausbaus der Schieneninfrastruktur entstehen regelmäßig Eingriffe in Natur- und Landschaft, die normalerweise an anderer Stelle ausgeglichen werden müssen. Durch die Nutzung von Ökokonten soll ein nachhaltiges und strategisches Flächenmanagement bei der Deutschen Bahn ermöglicht werden,

welches neben dem gesetzlich geforderten Ausgleich weitergehende Mehrwerte generieren soll. Hierfür müssen geeignete Flächen im Naturraum des Eingriffs mit geeigneten Maßnahmen ökologisch aufgewertet werden. Die Deutsche Bahn verfolgt das Ziel, diese Kompensation frühzeitig durch geeignete Maßnahmen auf möglichst eigenen Flächen zu realisieren und mittels Ökokonten zu verwalten.

Das Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung evaluiert den derzeit von der Deutschen Bahn verfolgten Ansatz hinsichtlich der rechtlichen und organisatorischen Umsetzbarkeit. Vorschläge zur Modifizierung werden erarbeitet und alternative Vorgehensweisen werden mit in die Betrachtung aufgenommen. Unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird eine zusammenfassende Bewertung des geplanten Flächenmanagements gegeben.

Die Projektlaufzeit beläuft sich auf insgesamt knapp ein Jahr.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. Hans-Joachim Linke
Jan Schmid, M.Sc.
Laura Mato, M.Sc.

Gefährdungsanalyse von Verkehrsinfrastrukturen gegenüber Klimaauswirkungen

Grundlagen für ein Hessisches Schwerpunktprogramm Klimaanpassungen an Landesstraßen

Fördergeber:

Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsamt

Förderzeitraum:

01.04.2022 – 31.03.2023



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

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

noch auf Klimaregionsebene möglich sind. Stattdessen muss jedes Bauwerk auf seine individuelle Gefährdung geprüft und geeignete Maßnahmen zu deren Minimierung bestimmt werden.

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

Ein monatlicher Lenkungskreis zur Besprechung der Arbeitsstände und die Einbindung verschiedener Fachabteilungen bilden den Rahmen zur Erstellung des Gutachtens, welches bis März 2023 an Hessen Mobil übergeben wird.



Kontaktpersonen

Luisa Ritter, M.Sc.

Audrey Bourgoïn, M.Sc.

Benjamin D. Kraff, M.Sc.

Klimawandel „Entsiegelung“ und „Entkopplungspotenzial“

Fördergeber:

Stadtraumservice Mannheim

Förderzeitraum:

01.07.2023.-31.03.2024

Die Reduzierung von versiegelten Flächen und die Förderung der naturnahen Versickerung von Regenwasser in städtischen Gebieten sind bedeutende Schritte im Kampf gegen den Klimawandel und zur Erhaltung von Biodiversität und Umwelt. Die zunehmende Versiegelung von Böden aufgrund Siedlungserweiterungen und dem Ausbau der Infrastruktur stören den natürlichen Wasserkreislauf. Regenwasser kann auf voll oder teilweise versiegelten Böden nicht in ausreichendem Maße infiltriert werden und fließt stattdessen als Oberflächenwasser ab.

Zur Ermittlung von Potenzialen zur Entsiegelung und somit Förderung der natürlichen Regenwasserversickerung in städtischen Gebieten führen das Institut für Geotechnik (Prof. Dr.-Ing. Zachert), das Fachgebiet (Prof. Dr.-Ing. habil. Lehmann) und die Fachgebiete Landmanagement und Raum- und Infrastrukturplanung (Prof. Dr.-Ing. Linke) gemeinsam mit der Stadt Mannheim eine Machbarkeitsstudie durch.

Ziel der Auftragsforschung ist die Ermittlung der Flächenpotenziale öffentlicher Verkehrsflächen sowie die Wahl geeigneter Maßnahmen für eine zukünftige Stadtentwicklung hin zu mehr Flächenentsiegelung. Als Ergebnis soll eine Entscheidungshilfe als Leitfaden für städtische Prozesse resultieren, welcher Transparenz in Entscheidungsprozesse bringt und notwendige Datengrundlagen und Handlungsschritte offenlegt.

Unter anderem wurden zur Grundlagenermittlung im Rahmen der Studie Ortsbegehungen durchgeführt, um vollumfängliche und zugeschnittene Maßnahmenkonzepte für ausgewählte Flächen im Stadtgebiet Mannheim als Fallbeispiele zu entwickeln.



Kontaktpersonen

Julia-Isabelle Ruopp, M.Sc.

Michael Oberauer, M.Sc.

Rebecca James, M.Sc.

2.4.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

- Aktuelle Herausforderungen des ländlichen Raumes - untersucht am Vogelsbergkreis
- Aktuelle Infrastrukturgroßvorhaben in der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main
- Bedeutung von Radschnellwegen für die urbane Mobilitätswende: Untersuchung am Beispiel der Radschnellverbindung Darmstadt - Rhein-Neckar.
- Dekarbonisierung der Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden: Handlungsmöglichkeiten in kleineren Kommunen
- Der Beitrag des Regionalen Flächennutzungsplans für den Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main zum Klima- und Umweltschutz
- Der Beitrag der Regionalplanung zur Klimaanpassung - untersucht am Regionalplan für die Planungsregion Südhessen
- Entscheidungskriterien für Dach- und Fassadenbegrünung in der Stadtentwicklung
- Kritikalität der Energieinfrastruktur - Analyse und Bewertung privater Vorsorgemaßnahmen
- Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende in der Metropolregion Rhein-Neckar
- Metropolregion und Flughafen - untersucht am Beispiel der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main und des Frankfurter Flughafens
- Organisationsstrukturen im Transformationsprozess - Analyse kommunaler Prozesse im Klimaschutzmanagement und Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen
- Stadionstandorte als Herausforderung für die Stadtplanung - untersucht am Beispiel des Merck-Stadions am Böllenfalltor in der Wissenschaftsstadt Darmstadt
- Strategien zur Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung in der Stadtentwicklung

Masterarbeiten

- Auswirkungen von autofreien Innenstadtbereichen auf die lokale Wirtschaft – Analyse der Chancen und Risiken der Implementierung von Grünachse
- Assessment of Sustainable Urban Development Regulations: a Case Study of POZ North in Bogota, Colombia
Developing a roadmap for electric bus mass adoption in developing cities, case of Ho Chi Minh City, Vietnam
- Entwicklung eines grünen Unternehmensstandorts: Analyse des Betriebshofs des Verkehrsunternehmens Rhein-Neckar-Verkehr in Mannheim
- Entwicklung nachhaltiger Infrastrukturen - Analyse des Anforderungsbedarfs an die Nutzen-Kosten-Untersuchung am Fallbeispiel einer autofreien Rheinbrücke
- Effects of Corporate Greenwashing on Social Development and the Feasibility of the EU Social Taxonomy
- Evaluating the Liveability of Cities in Developed and Developing Countries with a Human-Centric Approach

- General Approaches for Sustainable Building Strategies for municipal administration buildings - a case study of Venlo (Netherland) and Ankara (Turkey)
- Handlungsmöglichkeiten zur Umsetzung der Verkehrswende durch kommunale Bauleitplanung - untersucht an der Wissenschaftsstadt Darmstadt
- Klima- und Umweltschutz durch Regionalplanung - untersucht am Regionalplan der Planungsregion Südhessen
- Stand und Perspektiven der Energiewende im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main
- The Improvement of the Spatial Framework Condition through a Sustainable Tram Line Project in Germany: Analysis based on the Case Study of Roßdorf in the district of Darmstadt-Dieburg
- The role of environmental NGOs in sustainable urban development – a case study of Darmstadt (Germany)

2.4.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Nobis, Kim; Linke, Hans-Joachim (2023): Exkursion „Entwicklung ländlicher Räume“, 21.-23.06.2023, Großraum Marburg

2.4.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Linke, Hans-Joachim, Ritter, Luisa, Bourgoïn, Audrey, Kraff, Benjamin D., Siegert, Philipp & Salemons, Fabian (2023): Grundlagen für ein Hessisches Schwerpunktprogramm „Klimaanpassung an Landesstraßen“. Gutachten zur Erstellung einer Grundlage für die regionale Anpassung der Straßenverkehrsinfrastruktur an die Auswirkungen des Klimawandels in Hessen. Forschungsgutachten im Auftrag von Hessen Mobil.

Konferenzbeiträge:

Kraff, Benjamin D. (2023): Auswirkungen von Hitze und Klimawandel auf die Infrastruktur. Vortrag, Klima-Input Hoch3: Nasses Frühjahr – trockener Sommer? Wie es um Dürre, Trockenheit und die Wasservorräte steht, Klimakompetenznetzwerk SWR RP, SWR Fachredaktion Umwelt und Ernährung und ARD-Wetterkompetenzzentrum im hr, 22.06.2023, Mainz/Frankfurt.

Kraff, Benjamin D. (2023): So verändert der Klimawandel Deutschland in Zukunft. Keynote, SWR Zukunftstagen an der Ahr „Konstruktiver Journalismus im Klimawandel“, SWR X Lab, Correctiv und Bonn Institute, 07.-10.05.2023, Ahrtal.

Kraff, Benjamin D. (2023): Klimagerechte Entwicklung von Stadt und Land. Zukunftstag Bad Kreuznach, 22.04.2023, Bad Kreuznach.

2.5 Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

2.5.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung 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 tätig als Leiterin der Zentralabteilung technikbedingte Stoffströme am Institut für Technische Chemie (seit 2008 am Institut für Technikfolgenabschätzung) des KIT, früher Forschungszentrum Karlsruhe. 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 Jager 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 befindet sich das Fachgebiet SuR in Abwicklung. Die laufenden Forschungsaktivitäten des Fachgebietes werden 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 im Jahr 2025 am Institut IWAR weitergeführt.

Die aktuellen Lehr- und Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe SuR behandeln Fragestellungen 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 Wirtschaftsbereichen 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 Forschungsthemen in den Bereichen Circular Economy und Klimaschutz sowie Digitalisierung 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

2.5.2 Forschungsprojekte

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Förderzeitraum:

01.01.2018 – 30.06.2023



SWIVT II

Siedlungsbausteine
für bestehende Wohnquartiere
– Impulse zur Vernetzung
energieeffizienter Technologien

Im Anschlussvorhaben SWIVT II wurde die im Vorfeldprojekt entwickelte Strategie für die Verknüpfung von Gebäudekonzepten im vernetzten Betrieb mit steuerungsoptimierten, innovativen Energietechnologien in der Postsiedlung in Darmstadt real umgesetzt. Nach erfolgreicher Verifizierung des SWIVT-Ansatzes durch theoretische und experimentelle Untersuchungen, Prototypenaufbau und gekoppelte Simulationen validierten die Projektpartner die Wirksamkeit der Ansatzlösung auf Systemebene in allen seinen Teilaspekten. Auf der baulichen Ebene wurde Low-Exergy im Bestand durch die Verknüpfung unterschiedlicher Gebäudekonzepte in einem thermischen und elektrischen Siedlungsnetz erprobt. Die Versorgung des Quartiers durch hohe Anteile an erneuerbaren Energien wird durch die effiziente Kopplung von

Quellen und Senken, wie hybriden Energiespeichern mit unterschiedlichen Zeithorizonten, gewährleistet. Aus den im Rahmen von SWIVT entwickelten vorausschauenden Steuerungsalgorithmen wurde ein „SWIVT-Controller“ erstellt und als Demonstrator in die Siedlung eingebaut. Der Controller ermöglicht eine ökonomisch und ökologisch optimierte, systemdienliche und sichere Betriebsstrategie der thermischen und elektrischen Anlagen des Quartiers. Ein belastbares Geschäftsmodell für die Verknüpfung der Interessen neuer und bestehender Akteure wurde in der Praxis erprobt. Der systemische Ansatz von SWIVT dient als Leitbild und Modell für eine nachhaltige, sichere und wirtschaftliche Stadtentwicklung.

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

Website: https://www.swivt.tu-darmstadt.de/swivt_ii/



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

TransRegBio – Transformationsanalyse und Gestaltungskonzepte für eine regionale Bioökonomie

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.12.2019 – 31.12.2025



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 Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ bis zu 20 Mio. € zur Verfügung. Innerhalb von fünf Jahren sollen in unterschiedlichen FuEuI-Projekten (Forschung, Entwicklung und Innovation) Technologien für die Bioökonomie erforscht und zu innovativen Wertschöpfungsketten weiterentwickelt werden.

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

TransRegBio setzt sich dabei mit den folgenden Fragestellungen im Detail auseinander: Was sind Hemmnisse und Treiber für die Markteinführung von bioökonomischen Technologien? Welche Umweltwirkungen haben die bioökonomischen Technologien im Lebenszyklus? Und: Welchen Einfluss hat die durch bioökonomische Technologien verursachte Biomassenachfrage auf der makroökonomischen Ebene auf Phänomene wie die Landnutzung, biologische CO₂-Speicherung und Biodiversität?

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

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



Kontaktpersonen

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

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

Fördergeber:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)

Förderzeitraum:

01.03.2020 – 28.02.2023

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

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

Website: <https://www.ressourcen-deutschland.de/service/estem/>



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

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.05.2020 – 30.04.2023

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

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

Das Vorhaben wurde von der Fraunhofer-Einrichtung für „Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie“ (IWKS) koordiniert. Als Projektpartner waren die Julius-Maximilians-Universität Würzburg mit der Professur für Polymere Funktionswerkstoffe, die Technische Universität Clausthal mit den Instituten für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik sowie Thermische Verfahrens- und Prozesstechnik wie auch die Technische Universität Darmstadt mit den Fachgebieten Technische Chemie II und Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft beteiligt. Das Vorhaben startete am 01. Mai 2020 und hatte eine Projektlaufzeit von drei Jahren.

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

Website: https://www.iwar.tu-darmstadt.de/sur/forschung_sur/projekte_sur/glychem.de.jsp



Kontaktpersonen
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Dr.-Ing. Jan Kannengießner

Biotec2Future – Entwicklung eines Masterstudienprogramms „Environmental Biotechnology Engineering“ für Côte d’Ivoire und Marokko

Auftraggeber:

Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)

Förderzeitraum:

01.06.2020 – 31.12.2023

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

zwischen Hochschulen und Wirtschaft her, förderte den aktiven Austausch von Wissenschaftler:innen innerhalb Afrikas und stellte den Kontakt zu etablierten Unternehmen in Deutschland in den Branchen Abfallwirtschaft und Bioökonomie / Biotechnologie her.

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

Das Forschungsprojekt startete am 01. Juni 2020 und endete am 31. Dezember 2023. Die Koordination und Projektleitung übernahm Herr Dr.-Ing. Jan Kannengießler. Des Weiteren war Herr Alessio Campitelli für die inhaltliche Bearbeitung des Vorhabens verantwortlich.

Website: https://www.iwar.tu-darmstadt.de/sur/forschung_sur/projekte_sur/biotec4future/



Kontaktpersonen
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Prof. Dr. H. Lutze
 Dr.-Ing. Alessio Campitelli

GNOSIS – Holistische Bewertung des elektrischen Fliegens

Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Förderzeitraum:

01.07.2020 – 30.06.2023



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

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

Das am 01. Mai 2020 begonnene Projekt erfolgte unter der Leitung der RWTH Aachen innerhalb eines deutschlandweiten Verbundvorhabens von acht Universitäten über einen Zeitraum von drei Jahren. Die Projektbearbeitung am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft wurde von Frau Susanne Hanesch, M.Sc. übernommen. Hierbei sollten die technische Modellierung und Simulation der (teil-)elektrifizierten Flugzeugkonfigurationen in eine Lebenszyklusanalyse eingebunden werden, sodass eine ganzheitliche Untersuchung der ökologischen Auswirkungen der innovativen Flugkonzepte ermöglicht wird. Das Vorhaben unterteilte sich in Phase A, bei der ein 19-sitziges Passagierflugzeug modelliert werden soll, sowie in Phase B, in der eine Skalierung auf ein Flugzeug mit neun bzw. 50 Sitzplätzen und unterschiedlicher Reichweite erfolgte. Die abschließende Flugzeugbewertung wurde jeweils für die beiden Bewertungshorizonte in den Jahren 2025 und 2050 durchgeführt. Dadurch konnten sowohl die in naher Zukunft als auch die längerfristig erreichbaren Effekte untersucht werden, um daraus Empfehlungen für künftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte abzuleiten.

Website: https://www.iwar.tu-darmstadt.de/sur/forschung_sur/projekte_sur/gnosis.de.jsp



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

LIFE-3E – Environment-Energy-Economy

Fördergeber:

European Union - LIFE programme

Förderzeitraum:

01.10.2020 – 30.09.2024



Das Projekt zielt darauf ab, ein innovatives Verfahren zu entwickeln und zu demonstrieren, dass die Nachhaltigkeit von Kläranlagen in Küstengebieten fördert, indem es zur Sanierung und Wiederverwendung von Wasser beiträgt, das Kreislaufwirtschaftsparadigma begünstigt, erneuerbare Energiegewinnung vor Ort erzeugt und den Druck auf aquatische Ökosysteme minimiert. Dieser Ansatz wird die mit der Überbeanspruchung der natürlichen Süßwasserressourcen und dem externen Energiebedarf in den Kläranlagen verbundenen Umweltauswirkungen (und damit die negativen Auswirkungen der Energieerzeugung und des Energietransports auf Brennstoffbasis) verringern.

Das Hauptziel von LIFE-3E ist es, zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Wasserressourcen beizutragen, indem mit einem innovativen konzeptbasierten Prototyp die effiziente Sanierung von 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.

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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Dr.-Ing. Steffi Weyand

Diego Mauricio Olaya Pinto, M.Sc.

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Förderzeitraum:

01.10.2020 – 30.09.2023

Ein Großteil von Ressourcen bleibt derzeit noch ungenutzt. So wird zum Beispiel die Hälfte der deutschlandweit anfallenden Kunststoffabfälle energetisch verwertet, d.h. verbrannt, und stehen damit im Sinne der Kreislaufwirtschaft nicht mehr zur Verfügung. Ein Grund ist hierbei die fehlende Weitergabe von Informationen zwischen den unterschiedlichen Lebensphasen. Unter Beteiligung des Fachgebiets Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (SuR) wurde im neuen Forschungsprojekt ReCircE (Digital Lifecycle Record for the Circular Economy) deshalb sowohl eine cloudbasierte Lebenszyklusakte als auch ein Bilanzierungsverfahren inklusive technischer Umsetzung entwickelt.

Die Weitergabe von Informationen entlang des Lebenszyklus ist für die Implementierung einer Kreislaufwirtschaft entscheidend. So benötigt ein recyclingfähiges Produktdesign Informationen zu den verfügbaren Recyclingverfahren, während die Weiterentwicklung von Recyclingverfahren eine Kenntnis der anfallenden Stoffströme voraussetzt. Im Projekt ReCircE

sollte deshalb eine digitale und cloudbasierte „Lebenszyklusakte“ zu Elektroklein-geräten entwickelt werden, die Produktinformationen über den gesamten Lebenszyklus darstellt und zwischen Produzenten und Entsorgern teilt. Zudem kombiniert

ein KI-System die Daten der Lebenszyklusakte mit den Sensordaten einer hocheffizienten Sortieranlage und verbessert so die Präzision und Effizienz des Sortiervorgangs. Dadurch sind geringere Ausschussmengen und höhere Produktqualitäten zu erwarten. Darüber hinaus wurde ein Ressourceneffizienz-Tool entwickelt, das Varianten von Entsorgungswegen vergleicht und unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiert.

Das dreijährige Verbundprojekt startete am 01. Oktober 2020 und wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert. Die Koordination übernahm die Firma GreenDelta. Die wissenschaftlichen Partner waren das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), die Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS) sowie das Fachgebiet SuR. Das Fachgebiet SuR übernahm die Leitung des Arbeitspakets „Bewertung von Stoffkreisläufen“, in welchem unter anderem ein Bilanzierungsverfahren entwickelt wurde.

Website: <https://www.recirce.de/>



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr. techn. Alice Lopes

Tabea Hagedorn, M.Sc.

Clean Circles: Eisen als Energieträger einer klimaneutralen Kreislaufwirtschaft

Fördergeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst

Förderzeitraum:

01.04.2021 – 31.08.2025



Die Ersetzung fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien ist erforderlich, um die Emissionen zu verringern. Aufgrund der fluktuierenden Natur der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen wie Wind und Sonne muss ein zuverlässiges Energiespeichersystem entwickelt werden, um diese Unbeständigkeit auszugleichen. Eine geeignete Energiespeicherung in dieser Größenordnung kann mit chemischen Energieträgern z.B. Eisen erreicht werden. Bei dieser Technologie wird unraffiniertes Eisenoxid mit erneuerbarem Strom zu reinem Eisen reduziert. Dieses kann leicht dorthin transportiert werden, wo es benötigt wird. Das reine Eisen wird dann oxidiert, d. h. verbrannt, wobei Hochtemperatur-Energie freigesetzt wird, die zur Stromerzeugung oder direkt in Industrien mit hohem Wärmebedarf genutzt werden kann. Das verbrannte Eisen bildet Eisenoxid und wird mit erneuerbarer, elektrischer Energie zu reinem Eisen reduziert, d. h. der erneuerbare Strom wird gespeichert, und so setzt sich der Kreislauf fort.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass der Prozess der Eisenverbrennung zur Stromerzeugung mit geringen Anpassungen in nachgerüsteten Kohlekraftwerken durchgeführt werden kann.

Im Rahmen des Projekts „Clean Circles“ wird Eisen als Energieträger untersucht. Eisen wird nicht nur wegen seines Vorkommens ausgewählt, sondern auch wegen der Art und Weise, in der es oxidiert. Bei der Oxidation von Eisen bildet das Oxid oder der Rost eine Hülle um das Teilchen, während es als Teilchen erhalten bleibt und leicht aus dem Abgas extrahiert werden kann.

Der Eisenkreislauf bietet das Potenzial, industrielle Prozesse zu entkarbonisieren, bei denen eine Elektrifizierung in naher Zukunft nicht möglich ist.

Das Umweltpotenzial von Eisen als kohlenstofffreier Energieträger wird hervorgehoben und es wurden erste Bewertungen der Umweltbilanz der gesamten Lieferkette durchgeführt.

Im Projekt „Eisen als Energieträger aus der Lebenszyklusperspektive“ werden die Umweltauswirkungen von Eisen als Energieträger und -speicher mit Hilfe von Ökobilanzen (LCA) untersucht. Die Umweltauswirkungen dieser neuen Energietechnologie werden aus einer ganzheitlichen Perspektive für eine erste konkrete Anwendung, die Nachrüstung eines Kohlekraftwerks, untersucht. Ziel der Studie ist es, ein Lebenszyklusinventar und ein LCA-Modell zu erstellen, mit dem verschiedene Umweltauswirkungen und potenzielle Zielkonflikte untersucht werden können.

Website: https://www.tu-darmstadt.de/clean-circles/about_cc/index.de.jsp



Kontaktpersonen
Dr. Sc. Vanessa Zeller
Priskila Foresto, M.Sc.

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.04.2021 – 31.03.2023



Die Kreislaufwirtschaft trägt maßgeblich zur Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz bei, indem sie hochwertige Sekundärrohstoffe für die Wirtschaft zur Verfügung stellt. Dies erfordert jedoch eine enge Kooperation der verschiedenen Akteure in der Wertschöpfungskette.

Die Digitalisierung bietet hier neue Möglichkeiten, diese Kooperation durch ein leistungsfähiges und sicheres Informationsmanagement zu unterstützen. Im Projekt „Digitales Informationsmanagement in der Akteurskette der Kreislaufwirtschaft in der produzierenden Industrie – DigInform“ wurden die speziellen Anforderungen an das Informationsmanagementsystem aus verschiedenen Perspektiven ermittelt: der abfallerzeugenden Unternehmen, der abfallverwertenden Unternehmen und der Abnehmer von Sekundärrohstoffen. Hierzu wurden über Workshops und Interviews weitere Expert:innen und

Praktiker:innen aus den verschiedenen Gruppen einbezogen.

Diese Perspektiven wurden in einem Akteursketten-übergreifenden Konzept des Informationsmanagements zusammengeführt, das die Grundlage der datentechnischen Realisierung darstellt. Als gemeinsame sichere Datenbasis sollte die Plattform TrustDBle genutzt werden. Die Effekte des Informationsmanagements hinsichtlich Klimaschutz und Umweltwirkungen wurden analysiert und hinsichtlich der Potenziale für die Kreislaufwirtschaft insgesamt bewertet. Die praktische Erprobung und Validierung des Informationsmanagementsystems erfolgte im Kontext realer Unternehmensstrukturen des produzierenden Unternehmens der chemischen Industrie sowie des Entsorgungsbetriebes. Gerade in kleineren Unternehmen in Deutschland kann durch die Implementierung eines solchen gemeinsamen Informationsmanagements mit erheblichen positiven Effekten hinsichtlich Nachhaltigkeit, aber auch Wettbewerbsfähigkeit und Innovation gerechnet werden.

Website: <https://www.diginform.de/>



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Dr. techn. Alice Lopes

Tabea Hagedorn, M.Sc.

Campus FreeCity – Reallabor zur Erforschung einer vernetzten Flotte modularer Roboterfahrzeuge

Fördergeber:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)

Förderzeitraum:

24.11.21 – 23.05.2024



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

Designentscheidungen auf die lebenszyklusbezogenen Emissionen einer Technologie zu berücksichtigen und diese mit Realdaten aus der Nutzung zu evaluieren.

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.

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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

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

Dr.-Ing. Steffi Weyand

Albert-Jan van Zuilichem, M.Sc.

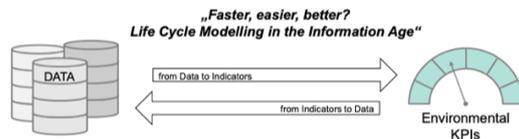
LC IT Age – Faster, easier, better? Life Cycle Modelling in the Information Age

Fördergeber:

Merck Sustainability Hub

Förderzeitraum:

01.12.2021 – 30.11.2023



Das Life Cycle Assessment (Ökobilanz) stellt die wissenschaftliche Methode bereit, um Umweltwirkungen von Produkten, Dienstleistungen oder Technologien „von der Wiege bis zur Bahre“ zu bilanzieren. Unternehmen nutzen heute Life Cycle Assessment und darauf basierende Ansätze wie z.B. den Carbon Footprint oder das Green House Gas Protocol sowohl für das interne Nachhaltigkeitsmanagement als auch für die externe Berichterstattung und Kommunikation.

Die zu Grunde liegende Modellierung ist aber anspruchsvoll und zeitaufwendig, da sie Daten für den gesamten Lebenszyklus von Rohstoffentnahme über Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung bzw. Verwertung benötigt. Große Hoffnungen, diese Modellierung zu vereinfachen, sind daher mit Informationstechnologien verbunden. „Life Cycle Modelling“ ist aber nicht nur eine IT-Aufgabe, sondern muss aussagekräftige und valide Erkenntnisse und Indikatoren für Entscheider und Stakeholder bereitstellen. Dieses Spannungsfeld zwischen

Datenverarbeitung/Datenmanagement, Methodik/Modellierung und Adressaten in Gesellschaft und Politik bearbeitete das Forschungsprojekt „Faster, easier, better? Life Cycle Modelling in the Information Age“ in interdisziplinärer Forschung.

Das Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft (Prof. Liselotte Schebek), das Fachgebiet Data Management (Prof. Carsten Binnig) und das Fachgebiet Internationale Beziehungen (Prof. Markus Lederer) arbeiteten gemeinsam an einer Roadmap für das Life Cycle Assessment im Informationszeitalter, die Unternehmen neue Handlungsmöglichkeiten zur Nutzung der Datenverarbeitung für ein verbessertes Nachhaltigkeitsmanagement aufzeigt und damit eine effizientere und zielgerichtetere Steuerung im Unternehmen hin zu mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz ermöglicht. Das Projekt wurde durch den Merck Sustainability Hub, einer gemeinsamen Forschungsplattform von Merck und der TU Darmstadt, gefördert und erprobte die entwickelten Ansätze in einer Pilotstudie.

Website: https://www.iwar.tu-darmstadt.de/sur/forschung_sur/projekte_sur/lcit_age.de.jsp



Kontaktpersonen
Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
Julian Baehr, M.Sc.

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderzeitraum:

01.01.2022 – 31.12.2024



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

der Entwicklung neuer Recyclingtechnologien.

Die Aufgaben des Fachgebiets SuR umfassen das Teilvorhaben „Analyse von Maßnahmen der Circular Economy, Recyclingszenarien und Substitutionspotentiale“. In diesem wird untersucht, welche Maßnahmen der Circular Economy im Kontext von Technologien der Energiewende besondere Relevanz haben. Für diese Maßnahmen werden Methoden zur Bewertung des 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 vom Fachgebiet SuR koordiniert. Weitere Projektpartner sind die Hochschule Pforzheim, die Forschungsstelle für Energiewirtschaft und die Siemens Energy AG.

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



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek

Prof. Dr. H.-J. Linke

Dr.-Ing. Steffi Weyand

Zoe Chunyu Miao, M.Sc.

PotAMMO: Potenziale der Aquiferwärmespeicherung in den Modellregionen Mannheim und Offenbach

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.08.2022 – 31.07.2025



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

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

Gestützt wird die Potenzialausweisung durch a) thermo-hydraulische Speichersimulationen sowie b) die dynamische Gesamtsystemmodellierung. Dies stellt sicher, dass das thermodynamische Systemverhalten und die Interaktion der Systemkomponenten berücksichtigt werden und deren erheblicher Einfluss auf die technischen Potenziale quantifiziert werden kann. Darauf aufsetzend werden durch die lebenszyklusbasierte Berechnung von Wärmegestehungskosten und Treibhauspotenzialen Umsetzungsstrategien für die ATES-Integration in den Modellregionen unter Kosten-Nutzen-Kriterien entwickelt. Die im Rahmen des Vorhabens entwickelten methodischen Ansätze sind auf weitere Städte und Regionen übertragbar. Damit kann das Vorhaben erheblich zu einer stärkeren Verbreitung der Technologie, auch über die beiden Modellregionen hinaus, beitragen und die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Deutschland vorantreiben.

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



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

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.09.2022 – 31.08.2025



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

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

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

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



Kontaktpersonen
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 Dr. techn. Alice Lopes

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

Fördergeber:

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Förderzeitraum:

01.09.2022 – 31.08.2024



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

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Folgeprojekt RessStadtQuartier2 die Ziele, den „Werkzeugkasten Ressourceneffizienz“ für ein quartiersbezogenes Stoffstrommanagement in der Praxis zu etablieren, diese im Rahmen realer Planungsprozesse zu erproben und je nach

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

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



Kontaktpersonen
 Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 Dr.-Ing. Steffi Weyand
 Regina Berlinger, M.Sc.

EnArgus3.0 – KI-gestütztes Informationssystem Energieforschungsförderung

Fördergeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Förderzeitraum:

01.11.2022 – 31.10.2025



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

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

öffentlichen Stellen sowie der breiten Öffentlichkeit einfach und transparent zugänglich gemacht werden.

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

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



Kontaktpersonen

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

2.5.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

- Bestimmung des Speicherpotenzials von Abwärme in Aquiferen zur Nutzung in Fernwärmenetzen in Deutschland
- Untersuchung der Umweltwirkungen innovativer bioökonomischer Technologien mittels Ökobilanzierung: Glykane und Koppelprodukte als biogene Wertstoffe
- Entwicklung einer Ökobilanz aus Reverse Engineering Daten am Beispiel eines Flugzeugsitzes
- Identifikation und Analyse von Einflussfaktoren auf Wärmebedarf und Wärmebereitstellung in Fernwärmenetzen 3. Generation
- Vergleichende Untersuchung der Umweltwirkungen von Sekundärrohstoffen in der Ökobilanzdatenbankecoinvent
- Untersuchung der Umweltwirkungen von Elektrolyseverfahren mittels Life cycle assessment: Beitrag zur Entwicklung eines Szenarios zur grünen Wasserstoffherzeugung mit Eisen als Energiespeicher
- Untersuchung der Umweltwirkungen eines natürlichen Konservierungsmittels als Lebensmittel- und Futtermittelzusatz durch LCA: Extraktion Antimikrobieller Peptide aus Insektenlarven.

Masterarbeiten

- Mikroplastik in Komposten - Optimierung von nasschemischen Aufschlussprotokollen mit Fokus auf Matrixelimination und Analytenwiederfinderate
- Kostenwettbewerbsfähigkeit von grünem Wasserstoff in China bis 2060
- Entwicklung eines Upscaling Ansatzes zur Modellierung der Energieeinsätze innovativer bioökonomischer Technologien in Rahmen einer Ökobilanz
- Integrierte Photovoltaiksysteme auf Kläranlagen: Life Cycle Assessment einer Fallstudie
- Entwicklung eines Digitalen Zwillinges einer sensorbasierten Sortieranlage auf Grundlage experimenteller Untersuchungen
- Untersuchung der Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Wertschöpfungskette von Kunststoffverpackungen mit einem Digitalen Produkt Pass: Eine Analyse von Informations-, Material- und Energieströme
- Qualitätsanalyse von Sortierprozessen durch künstliche Intelligenz – Automatisierte Stoffstromcharakterisierung mittels Objektklassifikation
- Untersuchung der Umweltwirkungen eines hydroponischen Systems mit kombinierter Wasseraufbereitung mittels Ökobilanzierung
- Ermittlung des THG-Einsparpotentials in den Behandlungen von wässrigen Abfällen der organisch-chemischen Industrie
- Beurteilung der Materialeigenschaften und Bewertung der Umweltauswirkungen durch eine vergleichende Ökobilanz von Polsterfüllungen

Life cycle assessment of primary chassis material choices for light weighting of an autonomous vehicle

Review on LCA applications for supporting national environmental strategies and transition in China

Ecological evaluation of recycling of nickel-based batteries considering different end-of-life scenarios

2.5.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

- Asfaw, B.A.; Baehr, J.; Berlinger, R.; Campitelli, A.; Dörder, D.; Foresto, P.; Güldemund, A.; Hagedorn, Hanesch, S.; T.; Lopes, A.D.C.P.; Miao, C.; Olaya, D.; Schebek, L.; Scholliers, N.; Vogelgesang, M.; Weyand, S.; Zeller, V. (2023). Kolloquium, Darmstadt, 21.06.2023, Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft – 10 Jahre Fachgebiet SuR unter der Leitung von Prof. Dr. Liselotte Schebek.
- Baehr, J.; Güldemund, A.; Hagedorn, T.; Scholliers, N.; Weyand, S. (2023). Conference, Lille (France), 06.-08.09.2023, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Baehr, J.; Hagedorn, T.; Lopes, A.D.C.P. (2023). Conference, Sardinia (Italy), 09.-13.10.2023, 19th International symposium on waste management, resource recovery and sustainable landfilling (ISSN: 2282-0027).
- Berlinger, R. (2023). Halbjahrestagung, Wuppertal, 16.-17.06.2023, Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung. City Reuse. Die Wiederverwendung von Stadt.
- Berlinger, R. (2023). Statuskonferenz, Bamberg, 12.-13.06.2023, Stadt-Land-Plus.
- Berlinger, R.; Schebek, L.; Weyand, S. (2023). Fachkonferenz, Münster (Hessen), 09.11.2023, Zukunftsfähige Stadtquartiere: „Klimaneutralität, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft - Herausforderungen für Projekt – und Quartiersentwicklung.
- Campitelli, A.; Hagedorn, T. (2023). Workshop, Abidjan (Côte d’Ivoire), 02.-04.10.2023, Circular Economy: Challenges and prospects for sustainable jobs for African youth Workshop.
- Foresto, P. (2023). Symposium, Karlsruhe, 24.07.2023, Clean Circles Mini Symposium Research Area 3, Thermodynamic-mathematical and Techno-economic Analysis of Iron Cycles.
- Foresto, P.; Güldemund, A.; Zeller, V. (2023). Conference, Darmstadt, 27.-29.09.2023, 18. Ökobilanzwerkstatt.
- Güldemund, A. (2023). Workshop, Frankfurt, 23.05.2023, Workshop „Was heißt das denn jetzt? Wissenschaftskommunikation im Spannungsfeld zwischen Differenzierung und Schlagzeile“.
- Güldemund, A.; Zeller, V. (2023). Jahrestreffen, 11.09.2023, Frankfurt, Jahrestreffen des Innovationsraums BioBall 2023.
- Hanesch, S. (2023). Conference, Leiden (Niederlande), 02.-05.07.2023, 11th International Conference on Industrial Ecology (ISIE2023).
- Olaya, D.; van Zuilichem, A.J. (2023). Seminar, Karlsruhe, 24.-25.08.2023, 4th Young Researchers Seminar on Sustainable Material Cycles.
- Scholliers, N. (2023). Study Course, Barcelona (Spain), 20.-24.02.2023, From LCC to LCSA – The Whole Journey in One Week.
- Zeller, V (2023): LCA to measure environmental performances of RDI projects: Application area: circular bioeconomy. Symposium (digital), 5.4.2023, IWKS Kolloquium April.
- Zoe Chunyu Miao (2023), 3-monatiger Forschungsaufenthalt an der Universität Bordeaux (France).

2.5.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

- Asfaw, B.A.; Sakaguchi-Söder, K.; Schiedek, T.; Michelsen, N.; Bernstein, A.; Siebner, H.; Schüth, C. (2023). Isotopic evidence ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{37}\text{Cl}$, $\delta^2\text{H}$) for distinct transformation mechanisms of chloroform: Catalyzed H_2 -water system vs. zero-valent iron (ZVI). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11, 110005. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110005>.
- Baehr, J.; Göllner-Völker, L.; Baehr, M.; Muthukumar, H.; Lapa, N.; Schebek, L. (2023). Life cycle assessment of pharmaceutical and clinical packaging required for medication administration practices. *Int J Life Cycle Assess.* <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02270-x>.
- Barkhausen, R.; Rostek, L.; Miao, Z. Chunyu; Zeller, V. (2023): Combinations of material flow analysis and life cycle assessment and their applicability to assess circular economy requirements in EU product regulations. A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* 407, 137017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137017>.
- Campitelli, A.; Oumaima, A.; Bockreis, A.; Ouazzani, N.; Schebek, L. (2023). Assessing the Performance of a Waste Management System towards a Circular Economy in the Global South: The Case of Marrakech. *Waste Management*, 166, 259-269. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.003>.
- Hanesch, S.; Schebek, L. (2023). Ökobilanz-Bericht für den Flugzeugvorentwurf von Flugtransportalternativen eines 19-Sitzer Kleinflugzeugs. Im Projekt GNOSIS. Technische Universität Darmstadt. <https://doi.org/10.48328/tudatalib-1244.2>.
- Hesser, F.; Kral, I.; Obersteiner, G.; Hörtenhuber, S.; Kühmaier, M.; Zeller, V.; Schebek, L. (Ed.) (2023): *Progress in Life Cycle Assessment 2021*. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG (Sustainable Production, Life Cycle Engineering). <https://doi.org/10.1007/978-3-031-29294-1>.
- Johanning, M.; Widenmeyer, M; Escobar Cano, G.; Zeller, V.; Klemenz, S.; Chen, G.; Feldhoff, A.; Weidenkaff, A. (2023): Recycling process development with integrated life cycle assessment – a case study on oxygen transport membrane material. *Green Chem.*, 25 (12), 4735–4749. <https://doi.org/10.1039/D3GC00391D>.
- Miao, C.; Zeller, V.; Schebek, L. (2023). Nutrient substitution for secondary fertilizer: Is current practice comprehensive enough? A review to reveal the LCA methodological challenges. *Int J Life Cycle Assess.* <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02248-9>.
- Muheirwe, F.; Kihila, J.M.; Kombe, W.J.; Campitelli, A. (2023). Solid waste management regulation in the informal settlements: A social-ecological context from Kampala city, Uganda. *Front. Sustain.*, 4, 1010046. <https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1010046>.
- Strobel, R.; Hagedorn, T.; Lopes, A.D.C.P. (2023). Potential environmental impacts of a plastic waste export ban in Germany. *Front. Manuf. Technol., Sec. Sustainable Life Cycle Engineering and Manufacturing*, 3, 1077313. <https://doi.org/10.3389/fmtec.2023.1077313>.
- Wagner-Wenz, R.; van Zuilichem, A.J.; Göllner-Völker, L.; Weidenkaff, A.; Schebek, L. (2023). Recycling routes of lithium-ion batteries: A critical review of the

development status, the process performance, and life-cycle environmental impacts. *MRS Energy & Sustainability* 10, 1–34. <https://doi.org/10.1557/s43581-022-00053-9>.

- Weyand, S. (2023). Methodology development for upscaling in prospective LCA: The case of perovskite solar cells as emerging functional material-based energy technology. Technische Universität Darmstadt. <https://doi.org/10.26083/tuprints-00024546>.
- Weyand, S.; Kawajiri, K.; Mortan, C.; Schebek, L. (2023). Scheme for generating upscaling scenarios of emerging functional materials based energy technologies in prospective LCA (UpFunMatLCA). *Journal of Industrial Ecology*, 27 (3), 676-692. <https://doi.org/10.1111/jiec.13394>.
- Weyand, S.; Kawajiri, K.; Mortan, C.; Zeller, V.; Schebek, L. (2023). Are perovskite solar cells an environmentally sustainable emerging energy technology? Upscaling from lab to fab in life cycle assessment. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2023, 11 (38), 14010–14019. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c03019>.
- Zeulner, J.; Zeller, V.; Schebek, L. (2023): Parameterized Modeling of the Energy Demand of Machining Processes as a Basis for Reusable Life Cycle Inventory Datasets. *Energies*, 16 (16), 6011. <https://doi.org/10.3390/en16166011>.

Konferenzbeiträge:

- Baehr, J.; Schebek, L. (2023). Understanding interrelations in corporate GHG reporting schemes: An analysis of methodologies and data sources. Oral presentation. Conference, Lille (France), 06.-08.09.2022, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Berlinger, R.; Heiss, M.; Kraff, B.; Wacker, M.; Weyand, S. (2023). RessStadtQuartier – Urbanes Stoffstrommanagement: Instrumente für die ressourceneffiziente Entwicklung von Stadtquartieren. Oral presentation. Conference, Münster (Hessen), 09.11.2023, Fachkonferenz „Ressourceneffiziente Stadtquartiere“.
- Foresto, P.; Zeller, V. (2023). Iron as Energy Carrier from Life Cycle Perspective. Oral presentation. Conference, Darmstadt, 27.-29.09.2023, 18. Ökobilanzwerkstatt.
- Güldemund, A.; Schebek, L.; Zeller, V. (2023). Assessing the Circular Bioeconomy Potential at the Regional Level – A stepwise approach and its application to a metropolitan area in Germany. Oral presentation. Conference, Lille (France), 06.-08.09.2022, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Hagedorn, T.; Lopes, A.; Baehr, J.; Rimaz, H; Plociennik, C. (2023). How to support the circular economy by improving information exchange among stakeholders? An environmental analysis. Poster. Conference, Lille (France), 06.-08.09.2022, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Hanesch, S.; Schebek, L. (2023). Prospective LCA of Emerging Transportation Systems as demonstrated by the Electrification of a Regional Aircraft. Oral presentation. Conference, Leiden (Niederlande), 02.-05.07.2023, 11th International Conference on Industrial Ecology (ISIE2023).

- Lopes, A.D.C.P.; Hagedorn, T.; Schlüter, A.; Boeddinghaus, B.; Völker, B. Ionescu, E.; Wenzel, L.; Cornelli, M.; Mehmood, S.; Binnig, C.; Schebek, L. (2023). Closing material loops through optimized communication among stakeholders of the circular economy: an example from the chemical industry. Oral presentation. Conference, Sardinia (Italy), 09.-13.10.2023, 19th International symposium on waste management, resource recovery and sustainable landfilling (ISSN: 2282-0027).
- Schebek, L.; Baehr, J.; Hagedorn, T.; Lopes, A.D.C.P.; Zeller, V. (2023). Die Entsorgungswirtschaft im Kontext der Klimapolitik – Rahmenbedingungen, Instrumente und Entwicklungen. Oral presentation. Conference, Hamburg, 09.-10.03.23., 12. Wissenschaftskongress „Abfall- und Ressourcenwirtschaft“.
- Schebek, L.; Baehr, J.; Hagedorn, T.; Lopes, A.D.C.P.; Zeller, V. (2023). Waste management in the context of the Green Deal – general framework, policy instruments and ongoing developments. Oral presentation. Conference, Sardinia (Italy), 09.-13.10.2023, 19th International symposium on waste management, resource recovery and sustainable landfilling (ISSN: 2282-0027).
- Scholliers, N.; Zeller, V.; Schebek, L. (2023). Aquifer Thermal Energy Storage Systems in District Heating Networks: How to combine Life Cycle Assessment, Life Cycle Costing, and Carbon Abatement Costs. Poster. Conference, Lille (France), 06.-08.09.2022, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Scholliers, N.; Zeller, V.; Schebek, L.; Bossenec, C.; Ohagen, M.; Dadou, M.; Sass, I. (2023). Aquifer Thermal Energy Storage Systems in District Heating Networks: Identification of Key Factors Determining Environmental and Economic Impacts. Oral presentation. Conference, Dubrovnik (Croatia), 24.-29.09.2023, 18th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems.
- Siedlecki, B.; Weyand, S.; Schebek, L. (2023). Resource efficiency of urban districts – a toolbox for planning of urban materials flow management systems. Oral presentation. Conference, Lille (France), 06.-08.09.2022, 11. International Conference on Life Cycle Management.
- Van Zuilichem, A.J.; Schebek, L. (2023). Assessing a novel multifunctional autonomous vehicle using electricity consumption as functional unit. Poster. Conference, Dublin (Ireland), 30.04 – 04.05.2023, SETAC Europe 33rd Annual Meeting.
- Zeller, V. (2023): Bewertung von CE Maßnahmen: Was ist die Rolle von life cycle assessment? Keynote. Conference, Darmstadt, 27.-29.09.2023, 18. Ökobilanzwerkstatt.

2.6 Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe

2.6.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Umweltanalytik und Schadstoffe

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

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

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

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

Fachgebietsleitung
Umweltanalytik und Schadstoffe
Prof. Dr. Holger Lutze



2.6.2 Forschungsprojekte

Einfluss des organischen Materials auf Transformationsprozesse

Fördergeber:

DFG

Förderzeitraum:

2019 – 2023

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

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

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

praktische Ansätze zur Vermeidung toxischer Produkte entwickelt werden.

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

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

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

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



Kontaktpersonen

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

Membranprozesse in der Trinkwasseraufbereitung (KonTriSol)

Fördergeber:

BMBF

Förderzeitraum:

2019 – 2023

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

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

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



Kontaktpersonen

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

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

Fördergeber:

AIF-ZIM

Förderzeitraum:

2021 – 2023

Die Aufbereitung von Abwasser gehört zu den wirksamen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Dabei müssen zum einen Nährstoffe und zum anderen schädliche Substanzen entfernt werden. Diese beiden Ziele sollen durch ein kompaktes neuartiges Verfahren (AktivFlock) erreicht werden, welches in enger Kooperation der Firma BHU Umwelttechnik und des Fachgebiets Umweltanalytik und Schadstoffe entwickelt wird. Bei diesem Verfahren wird Fe(II) mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂) kombiniert, was zur Bildung von Fe(III) und hochreaktiven Hydroxylradikalen führt. Fe(III) fällt als Hydroxid aus und leitet den Flockungsprozess ein, während die gebildeten Hydroxylradikale mit gelösten Bestandteilen des aufzubereitenden Wassers reagieren.

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



Kontaktpersonen

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

Untersuchung von Bakterien mit synthetischer Resistenz gegen Desinfektion

Fördergeber:

TU Darmstadt FiF

Förderzeitraum:

2022 – 2023

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

wesentlichen Gründe hierfür ist die große Komplexität der Inaktivierungsreaktionen innerhalb der mikrobiellen Zellen. So werden zum Beispiel durch die Interaktion vom vielfach angewendeten Chlordioxid (ClO_2) mit Mikroorganismen oder anderen Matrixbestandteilen des Wassers eine Vielzahl von reaktiven Spezies erzeugt (sekundäre Oxidationsmittel), die weitere Reaktionen bewirken und damit die Desinfektionswirkung verstärken können. Die Menge und Art dieser reaktiven Spezies ist dabei von der Art der mikrobiellen Zellen und der chemischen Zusammensetzung der Matrixbestandteile abhängig. Ziel des Projektes ist ein detailliertes Verständnis für die Wirkmechanismen der Wasserdesinfektion und eine Abschätzung des Risikos von Resistenzbildungen. Das Ziel ist es, durch ein verbessertes Verständnis von Desinfektionsprozessen die Entwicklung von technischen und/oder chemischen Strategien zu ermöglichen, um die Resistenzen von pathogenen Keimen gegen Desinfektionsmittel zu vermeiden sowie die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten durch angemessene Oxidationsmittel Dosierungen zu minimieren und damit für Menschen weltweit den Zugang zu sicherem Trinkwasser unter veränderten Klimabedingungen zu ermöglichen.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

Prof. Dr. rer. nat. T. Waldminghaus

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

Fördergeber:

DAAD

Förderzeitraum:

2022 – 2026

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

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

Baugebundene Biozide können in die Umwelt gelangen und somit wahrscheinlich Süßwasserressourcen verunreinigen. Daher ist eine Verbesserung der Wasserqualität von besonderer Bedeutung, da in

städtischen Systemen das abfließende Regenwasser zur Grundwasseranreicherung genutzt wird, um die Auswirkungen des Klimawandels, wie z. B. lange niederschlagsarme Zeiten, zu bewältigen.

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

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



Kontaktpersonen

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

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

Fördergeber:

China Scholarship Council (CSC)

Förderzeitraum:

2022 – 2026

Die Ozonung wird bereits vielfach zur Oxidation von Schadstoffen sowie zur Desinfektion und Inaktivierung von Pathogenen eingesetzt. Um die Oxidationswirkung zu verstärken, werden O₃-basierte Advanced Oxidation Processes (AOPs) wie O₃/UV, O₃/Wasserstoffperoxid (H₂O₂), O₃/Hydroxylamin eingesetzt. Dadurch können hochreaktive Spezies gebildet werden, die auch sehr persistente Schadstoffe abbauen.

In der Kombination von O₃ mit Peroxomonosulfat (PMS) können Sulfatradikale gebildet werden, die sehr persistente Schadstoffe abbauen können. PMS weist eine ähnliche Peroxo-Bindung wie H₂O₂ 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 O₃ und PMS untersucht. Darüber hinaus wurden para-Chlorbenzoesäure und para-Nitrobenzoesäure als Indikatorverbindungen ausgewählt, um die Auswirkungen von natürlicher organischer Materie (NOM) und Chlorid auf die Radikalbildung im O₃/PMS-System zu untersuchen. Das Potential dieses Oxidationssystems Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) abzubauen, wird in diesem Projekt untersucht.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze
Jie Ji, M. Eng.

Analytische Begleitung des Pestizidreduktionsplans Hessen

Fördergeber:

Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Förderzeitraum:

2023 – 2024

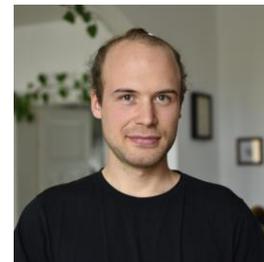
Im Zuge der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) überwacht das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) seit 2007 die Konzentrationen von Spurenstoffen in hessischen Oberflächengewässern. Vor allem in landwirtschaftlich geprägten Räumen wurde dabei beobachtet, dass sowohl nach 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 die Bedeutung der unterschiedlichen Anwendungsbereiche von PSM/ Pestiziden in unterschiedlichen Bereichen (Landwirtschaft, Biozide 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, der 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 (UaS) in den gesammelten Proben über 50 Pestizide und Pestizidmetabolite. Das Institut 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 des Monitoring-Programms sollen es später ermöglichen, effektive Empfehlungen an Landwirtschaft, Kommunen und Privathaushalte zu geben.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze
Marcel Reusing, M.Sc.

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

Fördergeber:

DFG

Förderzeitraum:

2023 – 2027

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 erschiene 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. Anschließend werden Transformationsprodukte bestimmt. Aus den erarbeiteten Daten werden Reaktionsmechanismen abgeleitet und angewendet, um die Bildung von Transformationsprodukten für komplexere Schadstoffe vorherzusagen. Die Vorhersagen werden daraufhin sowohl in synthetischen wässrigen Lösungen als auch in realen Wässern anhand von realen N-haltigen Schadstoffen überprüft. Insgesamt werden signifikante wissenschaftliche Erkenntnisse über das Verständnis der ClO_2 Reaktionen und der dabei entstehenden sekundären Oxidationsmittel erwartet. In der Praxis der Wasseraufbereitung sollen die Erkenntnisse etwa zur Abschätzung der Abbaubarkeit von N-haltigen Schadstoffen und der Bildung von Transformations- und Nebenprodukten genutzt werden können.



Kontaktpersonen
Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

Green Waste and Water Management for a Sustainable Africa (W²4Africa)

Fördergeber:

DAAD

Förderzeitraum:

2023 – 2026

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 Essaaddi sowie der INGUT GmbH werden gezielte Lösungen entwickelt, um wichtige Ressourcen zu erhalten und den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wohlstand zu fördern.

Zu den Hauptzielen gehört 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.

Ziele des Projektes sind die Befähigung der afrikanischen Partner zur Umsetzung nachhaltiger Lösungen, die Einbeziehung der Wirtschaftspartner in die Projektschritte 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.



Kontaktpersonen

Prof. Dr. rer. nat. H. Lutze

2.6.3 Abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten

Bachelorarbeiten

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

Masterarbeiten

Die Kombination von eisenbasierter Flockung mit der Fenton Reaktion zur Gleichzeitigen Entfernung von Trübung, Schadstoffen und gelöstem organischen Material (Aktiv-Flock)

Investigation of the pH dependent reaction stoichiometry of dihydroxybenzenes with chlorine dioxide and the effect on the formation of free chlorine

The occurrence and frequency of organic pollutants in surface waters of southern Hessen with a focus on pesticides

Investigating the effect of intrinsically formed free available chlorine on pollutant degradation during oxidative water treatment by chlorine dioxide

2.6.4 Workshops, Seminare und Forschungsaufenthalte

Lutze, H.V., Jütte, M., Sheikh Asadi, A.M. Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2023 (Augsburg)

Lutze, H.V., Abdighahroudi, M., Reusing, M., Sheikh Asadi, A.M. Ji, J. RRM Talks 2023 (Darmstadt)

Lutze, H.V., Jütte, M., Gordon Research Conference (South Hadley, USA)

Lutze, H.V. Ecopole 2023 (Warschau, PL)

2.6.5 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Veröffentlichungen:

Jütte, M., Abdighahroudi, M. S., Waldminghaus, T., Lackner, S., & V. Lutze, H. (2023). Bacterial inactivation processes in water disinfection – mechanistic aspects of primary and secondary oxidants – A critical review. *Water Research*, 231, 119626. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119626>

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>

Jütte, M., Wilbert, J. A., Reusing, M., Abdighahroudi, M. S., Schüth, C., & Lutze, H. V. (2023). Reaction Mechanisms of Chlorine Dioxide with Phenolic Compounds—Influence of Different Substituents on Stoichiometric Ratios and Intrinsic Formation of Free Available Chlorine. *Environmental Science & Technology*, 57(47), 18846–18855. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c09496>

Merkus, V. I., Leupold, M. S., Rockel, S. P., Lutze, H. V., & Schmidt, T. C. (2023). Effects of organic matter and alkalinity on the ozonation of antiviral purine derivatives as exemplary micropollutant motif. *Water Research*, 243, 120387. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120387>

Mutke, X. A. M., Drees, F., Lutze, H. V., & Schmidt, T. C. (2023). Oxidation of the N-containing phosphonate antiscalants NTMP and DTPMP in reverse osmosis concentrates: Reaction kinetics and degradation rate. *Chemosphere*, 341, 139999. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139999>

Mutke, X. A. M., Tavichaiyuth, K., Drees, F., Lutze, H. V., & Schmidt, T. C. (2023). Oxidation of the nitrogen-free phosphonate antiscalants HEDP and PBTC in reverse osmosis concentrates: Reaction kinetics and degradation rate. *Water Research*, 233, 119571. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119571>

Nazari Sam, M., Schneider, J., & Lutze, H. V. (2023). Modelling Porous Cementitious Media with/without Integrated Latent Heat Storage: Application Scenario. *Energies*, 16(18), 6687. <https://doi.org/10.3390/en16186687>

Konferenzbeiträge:

Abdighahroudi, M.S. Investigating the Reaction of Purine Nucleobases with ClO₂ as Precursors of Free Available Chlorine (FAC). Presented at RRM Talks 2023.

Jütte, M., New aspects in Chlorine dioxide based treatment for disinfection and pollutant control, Presented at Wasser Conference 2023.

Jütte, M., Abdighahroudi, M.S., Waldminghaus, T., Lutze, H.V., Chlorine dioxide disinfection: Role and participation of free available chlorine as secondary oxidant during cell inactivation Presented at Gordon Research Conference

- Hashemi M., Sheikh Asadi, A.M., Meshkani, M., Lutze, H.V., Improper Storage of RO and NF Membranes: Extending the Life-cycle. Presented at Wasser Conference 2023.
- Kariminejad, F., Sheikh Asadi, A.M., Karimi, P., Lutze, H.V., Löher, M., Koenders, E., Photocatalytic degradation of Atrazine herbicide from aqueous solution by GO/TiO₂ composite: catalytic efficiency, mineralization and toxicity bioassays. Presented at Wasser Conference 2023.
- Sheikh Asadi, A.M., Lutze, H.V., Active Building Materials: Integration of Visible Light-Driven TiO₂-based Carbon Nanotubes for Enhanced Degradation of Micropollutants in Rainwater Runoff. Presented at the 2nd Co-UDlabs Hackathon 2023.
- Reusing, M. Target analytics for surface waters in Hessa. Presented at RRM Talks 2023
- Lutze, H.V., Bericht vom Hauptausschuss wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen; Presented at Wasser Conference 2023
- Lutze, H.V., Invited Keynote: New mechanisms of ClO₂ in reactions with natural and bacterial organic matter, Presented at Gordon Research Conference
- Lutze, H.V., Invited Keynote: New insights in Oxidation and Disinfection processes, Presented at Ecopole 2023.

2.7 Fachgebiet Wasserversorgung und Grundwasserschutz (Geschlossen seit September 2023)

2.7.1 Vorstellung des Fachgebiets

Fachgebietsleitung Wasserversorgung und Grundwasserschutz

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

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

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



3 Lehrangebot am Institut IWAR 2023

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

Für weitere Informationen:

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

(Vorlesungsverzeichnis – FB13 – K: Institut IWAR)

3.1 Lehrangebot im Bachelorstudium

Lehrangebot im Bachelorstudium:

- 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 räumlichen Planung
- 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)
- Projektseminar Kommunale Planung, Ver- und Entsorgung
- Siedlungswasserwirtschaft I
- Siedlungswasserwirtschaft II
- Wassergüte und Wasserversorgungstechnik

3.2 Lehrangebot im Masterstudium

FACHGEBIETE ABWASSERTECHNIK/ WASSER UND UMWELTBIOTECHNO- LOGIE

Kommunale Abwasserbehandlung

Prof. Dr. S. Lackner
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
F. Kirchen, M.Sc.
P. Kuhn, M.Eng.
H. Li, M.Sc.
J. Wilbert, M.Sc.

Alternative Sanitärkonzepte / Inno- vative Sanitär- und Infrastruktursysteme

Prof. Dr. S. Lackner
Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
M. Atzorn, M.Eng.

Water Treatment Processes

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

FACHGEBIETE ABWASSERTECHNIK/ WASSERVERSORGUNG UND GRUND- WASSERSCHUTZ

SUD - Sanitary Environmental Engi- neering (Teilmodul von Water in Urban Development)

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban
Prof. Dr.-Ing. H. A. Towaie
J. Trippel, M.Sc.
P. Kuhn, M.Eng.

FACHGEBIET ABWASSERTECHNIK

Industrieabwasserreinigung

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

Laborseminar Industrieabwasserreini- gung

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

Planung, Bau und Betrieb abwasser- technischer Anlagen

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner
Prof. Dr.-Ing. N. Jardin
M. Atzorn, M.Eng.

Biologische Abwasserreinigung

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart
Prof. Dr.-Ing. M. Wagner
N. Kaltwasser, M.Sc.

Reststoffe aus Abwasseranlagen - Be- handlung und Ressourcenrückgewin- nung

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

Interdisziplinäres Projekt Bau und Um- welt (IPBU)

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

FACHGEBIET WASSER UND UMWELT- BIOTECHNOLOGIE

Wasserchemisches Grundlagenprakti- kum

Prof. Dr. S. Lackner
O. Das, M.Sc.
F. Kirchen, M.Sc.
T. Kaiser, M.Sc.
Q. Li, M.Sc.
Mitarbeitende IWAR Labor

Mathematische Simulation in der Ab- wasserreinigung

Prof. Dr. S. Lackner
T. Kaiser, M.Sc.

Weitergehende kommunale Abwasser- behandlung

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 Wasseraufbereitungstechnik

Prof. Dr. S. Lackner
 O. Das, M.Sc.
 S. Schubert, M.Sc.
 K. Zachmann, M.Eng.

FACHGEBIET RAUM- UND INFRA-STRUKTURPLANUNG**Umweltplanung**

Dr. S. Scheiner;
 A. Bourgoïn, M.Sc.
 B. D. Kraff, M.Sc.

Infrastructure Planning

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 N. Schröder, M.Sc.
 A. Bourgoïn, M.Sc.
 B. D. Kraff, M.Sc.

Methodology of Empirical Analysis

Prof. Dr.-Ing. H. -J. Linke
 Dr. F. F. De Souza
 N. Schröder, M.Sc.

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

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 N. Schröder, M.Sc.

German Law of Property and Planning

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 R. James, M.Sc.

International Spatial Development and Planning

Dr. F. F. De Souza

Einführung in die Stadt- und Regionalplanung in Hessen

Prof. Dr. habil. J. Hilligardt
 J. Stahl, M.Sc.

Räumliche Entwicklung und Planungspraxis

Prof. Dr. habil J. Hilligardt
 J. Stahl, M.Sc.

Projekt Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linke
 N. Schröder, M.Sc.
 R. James, M.Sc.
 B. D. Kraff, M.Sc.

FACHGEBIET STOFFSTROMMANAGEMENT UND RESSOURCENWIRTSCHAFT**Abfalltechnik: Aggregate, Verfahrenskonzepte und Anlagen**

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Dr.-Ing. habil. J. Kannengießer
 Dr. techn. A. Lopes
 Dr.-Ing. A. Campitelli

Advanced Life Cycle Assessment of Products and Systems

Dr. techn. A. Lopes
 T. Hagedorn, M.Sc.
 M. Vogelgesang, M.Sc.

Energy Efficiency

Prof. Dr.-Ing. C. Rohde
 A. Güldemund, M.Sc.

Environmental Sciences

Prof. Dr. rer. nat. L. Schebek
 Dr. techn. A. Lopes
 A.-J. van Zuilichem, M.Sc.

Ingenieurpraktikum Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

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

Methods for Scenario Analysis

Dr. Sc. V. Zeller
 T. Hagedorn, M.Sc.

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

Oxidative Processes in Water Treatment

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

FACHGEBIET WASSERVERSORGUNG UND GRUNDWASSERSCHUTZ (bis Sept. 2023)

Grundwasserschutz

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

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Wassergewinnung

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

Wasserversorgung: Optimierung, Modellierung und Fallstudien

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

Wassertechnik und Wassermanagement für aride Zonen

Dr.-Ing. M. Zimmermann

Nachhaltige Wasserversorgungswirtschaft

Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. W. Urban
Dr.-Ing. M. Zimmermann

3.3 Interdisziplinäre Lehrveranstaltungen

- Grundlagen des Planens, Entwerfens und Konstruierens I+II (GPEK)
- Interdisziplinäres Energieprojekt
- Interdisziplinäres Projekt Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- Interdisziplinäres Entwicklungsprojekt für Infrastrukturlösungen
- Umweltwissenschaften an der TU Darmstadt
- Neues aus der Umwelttechnik und Infrastrukturplanung
- Erdsystemforschung/System Erde-Mensch
- Regenerative Energien

3.4 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 Micobiology

Assoc. Prof. Dr. Luu

VERTIEFUNGSMODULE

Economics of Infrastrucure

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

A. Bourgoïn, M.Sc.

B. D. Kraff, M.Sc.

Fundamentals of Waste Technology

Prof. Dr. L. Schebek

Prof. Dr.-Ing. J. Kannengießler

Interdisciplinary Project

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

River Basin Management

Prof. Dr. B. Schmalz

Water Treatment Processes

Prof. Dr. S. Lackner

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

VERTIEFUNGSRICHTUNG WATER AND WASTEWATER

Drinking Water

Prof. Dr. S. Lackner

Industrial Wastewater Treatment and Reuse

Prof. Dr.-Ing. M. Engelhart

Municipal Wastewater Treatment and Reuse

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

Operation of Wastewater Treatment Plants

Prof. Dr.-Ing. M. Wagner

Planning/Construction of Wastewater Treatment Plants

Kocks Consult

VERTIEFUNGSRICHTUNG RIVER MANAGEMENT

Flood Management

Dr. Binh

Hydraulic Structures and Modelling

Dr.-Ing. J. Wiesemann

Hydomechanics and Distribution Network

Dr. Binh

Modelling Details of Hydrosystems

Dr. Binh

River Engineering

Dr.-Ing. J. Wieseman

4 Abgeschlossene Promotionen am Institut IWAR



Le Thi Thuy Hang

„Public open spaces for the elderly in urban areas – a case study of Ho Chi Minh City, Vietnam“

DOI: [10.26083/tuprints-00023114](https://doi.org/10.26083/tuprints-00023114)

Referent:

Prof. Dr. Hans-Joachim Linke

Korreferent:

Le Thi Thuy Huong (PhD)

Tag der mündlichen Prüfung:

13.01.2023

Am 13. Januar 2023 verteidigte Frau Le Thi Thuy Hang ihre Dissertation mit dem Titel „Public open spaces for the elderly in urban areas – a case study of Ho Chi Minh City, Vietnam“. Frau Hang war seit 2017 zunächst als Stipendiatin des Vietnamesischen Staates und nachfolgend als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung unter der Betreuung von Herr Prof. Dr. Hans-Joachim Linke beschäftigt. Sie hat nach einem erfolgreichem Abschluss als eine der ersten Studierenden des von der TU Darmstadt an der Vietnamese-German University in Ho Chi Minh City angebotenen Studiengangs „Sustainable Urban Development“ mit finanzieller Unterstützung der Sozialistischen Republik Vietnam nunmehr auch ihr mit großem Engagement und viel Herzblut vorangetriebenes Projekt sehr erfolgreich abschließen können. Seit ihrer Rückkehr nach Vietnam unterstützt sie als Lehrende die Vietnamese-German University im Joint-Degree Masterstudiengang „Sustainable Urban Development“ und beim Aufbau weiterer Studiengänge.

In ihrer Doktorarbeit erforschte sie anhand der Fallstudie Ho Chi Minh City in Vietnam die Bedürfnisse älterer Menschen bezüglich des qualitativen und quantitativen Angebots an öffentlichen Grünflächen und erstellte einen Handlungsleitfaden, der es Städten ermöglicht, ihr Angebot an öffentlichen Grünflächen bedarfsgerecht auszugestalten. Nach erfolgreicher Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben und der Abschluss gefeiert. Das Team der beiden Fachgebiete gratuliert Frau Le Thi Thuy Hang ganz herzlich und bedankt sich für die tolle Zusammenarbeit in den letzten Jahren.



Karoline Wowra

„Development of an LCA-based approach for a regional assessment of the environmental impacts of nitrogen in crop production systems“

DOI: [10.26083/tuprints-00023257](https://doi.org/10.26083/tuprints-00023257)

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferentin:

Prof. Dr. Britta Schmalz

Tag der mündlichen Prüfung:

09.02.2023

Am 09.02.2023 verteidigte Frau Karoline Wowra erfolgreich ihre Dissertation zu dem Thema der Entwicklung einer LCA-basierten Methodik zur regionalen Bewertung der Umweltwirkungen von Stickstoff (N) bei der Produktion landwirtschaftlicher Rohstoffe. Ihre kumulative Dissertation besteht aus drei peer-reviewed Publikationen. In der ersten Veröffentlichung wird ein umfassender Überblick über den LCA-Rahmen gegeben, indem Literatur zu Regionalisierungsansätzen für landwirtschaftliche Anbausysteme vergleichend zu allgemeinen Anforderungen der LCA und dem wissenschaftlichen Hintergrund des Stickstoffkreislaufs analysiert werden. Es werden Schlüsselfaktoren abgeleitet, die die Grundlage für eine gezielte Stickstoff-Bewertung in Ökobilanzen bilden. In der zweiten Veröffentlichung wird ein Ansatz zur Integration der regionalen N-Belastbarkeit als Distance-to-target-Wert in die LCA entwickelt. Hierzu werden für zwei N-bezogene Wirkungskategorien (terrestrische Versauerung und terrestrische Eutrophierung) regionale, auf der Tragfähigkeit basierende, Normierungsreferenzen abgeleitet. Zusätzlich werden regionale Hintergrundbelastungen berücksichtigt, die N-bezogene Emissionen aus nicht-ackerbaulichen Produktionssektoren umfassen. Regionale Umwelteinflüsse von Anbausystemen mit unterschiedlichen Ertragsszenarien werden für zwei Regionen bewertet. Der neu entwickelte Ansatz wird in der dritten Veröffentlichung weiterentwickelt und auf eine Fallstudie angewendet, die fünf NUTS-3-Regionen in Deutschland umfasst. Insgesamt zeigt die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Analyse, dass die Berücksichtigung absoluter Nachhaltigkeitsreferenzen, wie der regionalen N-Resilienz, im Life Cycle Assessment ein wertvolles Instrument für landwirtschaftliche Entscheidungsträger zur Bewertung von Stickstoffmanagementstrategien für pflanzliche Produktionssysteme darstellt.

Nach erfolgreicher Disputation in Präsenz wurde nach IWAR-Tradition laudiert, der Doktorhut überreicht, gesungen und im Doktorwagen umhergefahren. Anschließend wurde im Kreise der Familie, Freunden und ehemaligen Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.

**Maximilian Schwarz**

„Measurement and Prediction of Oxygen Transfer in Activated Sludge based on Ex Situ Off-gas Monitoring“

DOI: [10.26083/tuprints-00023287](https://doi.org/10.26083/tuprints-00023287)

Referent:

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner

Korreferenten:

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

Prof. Dr.-Ing. Norbert Jardin

Tag der mündlichen Prüfung:

09.02.2023

Am 09. Februar 2023 verteidigte Maximilian Schwarz erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Measurement and Prediction of Oxygen Transfer in Activated Sludge based on Ex Situ Off-gas Monitoring“. Maximilian Schwarz arbeitete am Fachgebiet Abwassertechnik unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner und Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart. Während seiner Promotion betrieb Maximilian Schwarz eine Pilotanlage, die auf insgesamt drei verschiedenen Kläranlagen mit unterschiedlichen Verfahrenskonfigurationen des Belebtschlammverfahrens aufgestellt wurden. Mit dieser Pilotanlage wurden ex-situ off-gas Langzeitmessungen (ca. ein Jahr) mit Belebtschlamm aus verschiedenen Beckenzonen durchgeführt, um möglichst viele Messdaten aufzuzeichnen. Mit diesen Messdaten für die drei Anlagen wurden Machine Learning Modelle gespeist. Die Ergebnisse zeigen, dass Machine Learning Modelle dafür genutzt werden können, Werte für verschiedene Belebtschlammverfahren anhand verschiedener standortspezifischer Bedingungen vorherzusagen zu können.

Im Anschluss an die erfolgreiche Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, gesungen und eine Runde mit dem Doktorwagen über den Campus gedreht. Anschließend wurde die bestandene Disputation gebührend gefeiert. Herzlichen Glückwunsch zur bestandenen Promotion und für den weiteren Werdegang alles Gute!



Jochen Sinn

„Waste stabilization ponds for water reuse in water scarce regions“

DOI: [10.26083/tuprints-00023447](https://doi.org/10.26083/tuprints-00023447)

Referentin:

Prof. Dr. Susanne Lackner

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel

Tag der mündlichen Prüfung:

24.02.2023

Am 24. Februar 2023 verteidigte Herr Dr. Jochen Sinn seine Dissertation mit dem Titel „Waste stabilization ponds for water reuse in water scarce regions“. Herr Sinn war von 2015 bis 2020 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut, erst unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. Cornel und später Frau Prof. Dr. Lackner, beschäftigt, wo er zwei Projekte zur landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung und Abwasserteichen in Namibia betreute.

In seiner Doktorarbeit beschäftigte er sich mit neun Abwasserteichanlagen im zentralen Norden Namibias und ermittelt das Wiederverwendungspotential zur Bewässerung von Futtermitteln. Außerdem wurden auf einer Pilotanlage verschiedene Ertüchtigungsmaßnahmen in großem Maßstab erprobt und die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf andere Standorte unter ähnlichen Bedingungen ausgewertet.

Im Anschluss an die erfolgreiche Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, gesungen und eine Runde mit dem Doktorwagen über den Campus gedreht. Anschließend wurde die bestandene Disputation gebührend gefeiert. Herzlichen Glückwunsch zur bestandenen Promotion und für den weiteren Werdegang alles Gute!



Julia Zeulner (geb. Fischer)

„Modellierung des Energiebedarfs von Zerspanungsprozessen zur Unterstützung des lebenszyklusorientierten Carbon Accounting für Unternehmen“

DOI: [10.26083/tuprints-00024077](https://doi.org/10.26083/tuprints-00024077)

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde

Tag der mündlichen Prüfung:

18.04.2023

Am 18. April 2023 verteidigte Frau Julia Zeulner erfolgreich ihre Dissertation zum Thema „Modellierung des Energiebedarfs von Zerspanungsprozessen zur Unterstützung des lebenszyklusorientierten Carbon Accounting für Unternehmen“. Sie arbeitet seit Januar 2017 am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft unter der Leitung von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek.

Der Forschungsschwerpunkt ihrer Dissertation lag auf der Entwicklung eines lebenszyklus- und praxisorientierten Modellierungs- sowie Carbon Accounting Ansatzes des Energiebedarfs von Zerspanungsprozessen für Unternehmen, begründet durch den Stellenwert von Zerspanungsprozessen innerhalb des verarbeitenden Gewerbes, deren Umweltrelevanz sowie dem Mangel einer adäquaten Bilanzierungsmethodik. Auf Basis einer vorangegangenen Analyse der Zusammensetzung des Energiebedarfs von Zerspanungsprozessen auf Maschinenebene, wurde ein modularisierter und parametrisierter Ansatz zur Ermittlung des Gesamtenergiebedarfs von Zerspanungsprozessen, der Extended Energy Modeling Approach (EEMA), entwickelt. Dieser bildet die mathematische Grundlage für nachgelagerte Umweltwirkungsanalysen in Form des Life Cycle Assessments (LCA) bzw. des prozessbezogenen Carbon Accountings. Aufgrund der modellbasierten Parametrisierung liegt der Mehrwert der entwickelten Methode einerseits darin, wiederverwendbare LCA-Datensätze für den Energiebedarf von Zerspanungsprozessen auf einer Werkzeugmaschine generieren zu können. Andererseits können generische Datensätze abgeleitet werden, welche durch die Integration in konventionelle Datenbanken die LCA-Datenlandschaft nachhaltig verbessern können. Die Verbindung des EEMA mit dem LCA bildet zudem die Basis für den von ihr entwickelten systematischen Carbon-Accounting-Ansatz. Dieser soll Unternehmen bei einer effizienten Bilanzierung prozessbezogener Umweltwirkungen unterstützen und ermöglicht durch das Schaffen einer hohen Systemtransparenz, Treiber der prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen leicht zu identifizieren.



Mischa Jütte

Fundamental reaction mechanisms of chlorine dioxide during water treatment - Reactions with phenols and biomolecules during inactivation mechanisms “

DOI: [10.26083/tuprints-00024197](https://doi.org/10.26083/tuprints-00024197)

Referent:

Prof. Dr. Holger Lutze

Korreferent:

Prof. Dr. rer. nat. Torsten C. Schmidt

Tag der mündlichen Prüfung:

23.06.2023

Mischa Jütte verteidigte am 23. Juni 2023 erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Fundamental reaction mechanisms of chlorine dioxide during water treatment - Reactions with phenols and biomolecules during inactivation mechanisms“. Herr Jütte arbeitet seit April 2020 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Umweltanalytik und Schadstoffe unter Betreuung von Prof. Dr. rer. nat. Holger V. Lutze und zählt somit zu den Gründungsmitgliedern dieses Fachgebiets.

In seiner Doktorarbeit beschäftigte er sich mit den Reaktionsmechanismen von Chlordioxid während der Trinkwasserdesinfektion. Chlordioxid kann in der Wasseraufbereitung als Ersatz für Chlor eingesetzt werden, um die Bildung schädlicher halogener Desinfektionsnebenprodukte (z.B. Chloroform) zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Neue Studien haben gezeigt, dass bei bestimmten Reaktionen von Chlordioxid freies Chlor gebildet werden kann. Trotz der intrinsischen Bildung von freiem Chlor, kommt es bei der Chlordioxid-basierten Anwendung zu einer deutlich geringen Bildung der halogenierten Nebenprodukte im Vergleich zur Chlor-basierten Anwendung. Herr Jütte untersuchte, in welchen Reaktionen während der Trinkwasserdesinfektion freies Chlor intrinsisch gebildet werden kann und wie sich die Bildung auf die Desinfektion auswirkt. Nach erfolgreicher Disputation in Präsenz wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, gesungen und eine große Runde im Doktorwagen gedreht. Anschließend wurde im Kreise der Familie, Freunde und Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.



Steffi Weyand

„Methodology development for upscaling in prospective LCA: The case of perovskite solar cells as emerging functional material-based energy technology“

DOI: [10.26083/tuprints-00024546](https://doi.org/10.26083/tuprints-00024546)

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferenten:

Prof. Dr. Guido Sonnemann

Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde

Tag der mündlichen Prüfung:

10.07.2023

Frau Steffi Weyand verteidigte ihre Dissertation zu dem Thema „Entwicklung einer Methodik für das Upscaling in der prospektiven Ökobilanz am Beispiel von Perowskit-Solarzellen als neuartige Energietechnologie auf der Basis von Funktionsmaterialien“ mit Auszeichnung. Seit November 2014 ist Frau Steffi Weyand wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft.

In ihrer kumulativen Dissertation entwickelte sie eine neuartige Methodik für das Upscaling in der prospektiven Ökobilanzierung (LCA) anhand des Fallbeispiels der Perowskit-Solarzellen. Ziel der Dissertation war es, die Umweltverträglichkeit innovativer Technologien vom aktuellen Labormaßstab auf ein zukünftiges marktfähiges Produkt abzuschätzen (upscaling). Das sogenannte Upscaling in der Ökobilanz soll Forschungsgruppen, Technologieentwickler, Planer und politischen Entscheidungsträger dabei unterstützen, verantwortungsvolle Forschungsaktivitäten zu priorisieren und proaktiv voranzutreiben, um unbeabsichtigte Folgen bei Innovationen frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Die Methodentwicklung erfolgte hierbei in drei Publikationen, wobei das entwickelte Upscaling-Schema namens UpFunMatLCA der zweiten Publikation das Herzstück der Arbeit darstellt. UpFunMatLCA und die entwickelte Methodik leistet Pionierarbeit beim Upscaling in der prospektiven Ökobilanzierung, indem sie die theoretischen und praktischen Methoden einer bestimmten Technologiegruppe kombiniert. Sie stellt somit eine wesentliche Vorlage für andere Technologiegruppen dar, um ähnliche Schemen zur Verbesserung und Unterstützung der Ökobilanzergebnisse neuer Technologien im Vergleich zu kommerziellen Benchmarks abzuleiten.

Das Gutachter-Team setzte sich aus Prof. Dr. Liselotte Schebek, Prof. Dr. Guido Sonnemann der University of Bordeaux und Prof. Dr.-Ing. Clemens Rohde, Honorarprofessor der TU Darmstadt und stellvertretender Leiter des Competence Centers Energietechnologien und Energiesysteme des Fraunhofer-Instituts ISI zusammen.

Nach erfolgreicher Disputation in Präsenz wurde nach IWAR-Tradition laudiert, der Doktorhut überreicht, gesungen und im Doktorwagen umhergefahren. Anschließend wurde im Kreise der Familie, Freunden und Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.



Hua Tran Minh Tri

„An investigation on socio-economic characteristics of young tenant groups in Vietnam – A case study in Ho Chi Minh City“

Referent:

Prof. Dr. Hans-Joachim Linke

Korreferent:

Pham Thai Son (Phd)

Tag der mündlichen Prüfung:

14.09.2023

Am 14. September 2023 verteidigte Herr Tri seine Dissertation mit dem Titel „An investigation on socio-economic characteristics of young tenant groups in Vietnam – A case study in Ho Chi Minh City“. Herr Tri war seit 2018 zunächst als Stipendiat des Vietnamesischen Staates und nachfolgend als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Raum- und Infrastrukturplanung unter der Betreuung von Herr Prof. Dr. Hans-Joachim Linke beschäftigt. Er unterstützte in der Organisation und Lehre des Masterstudiengangs „Sustainable Urban Development“. Nach seiner Rückkehr nach Vietnam wird Herr Tri als Lehrender die Vietnamese-German University den Joint-Degree Masterstudiengang „Sustainable Urban Development“ und weitere im Aufbau befindliche Studiengänge unterstützen.

In seiner Doktorarbeit erforschte er anhand der Fallstudie Ho Chi Minh City in Vietnam, welcher Bedarf an Wohnraum bei jungen Erwachsenen besteht und wie dieser Wohnraum zukünftig gedeckt werden kann. Nach erfolgreicher Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben und der Abschluss gefeiert. Das Team der beiden Fachgebiete gratuliert Herrn Hua Tran Minh Tri ganz herzlich und bedankt sich für die gute Zusammenarbeit in den letzten Jahren.



Lili Xia

„Development of a fingerprinting approach to determine the geographical origin of vegetable oils: a case study for rapeseed oil from Hesse (Germany)“

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferentin:

Prof. Dr.-Ing. Dorota Iwaszczuk

Tag der mündlichen Prüfung:

26.09.2023

Am 26. September 2023 verteidigte Frau Lili Xia erfolgreich ihre Dissertation mit dem Titel „Development of a fingerprinting approach to determine the geographical origin of vegetable oils: a case study for rapeseed oil from Hesse (Germany)“. Frau Xia arbeitete seit November 2015 am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek. In ihrer Doktorarbeit beschäftigte sich Lili Xia mit der Entwicklung eines Fingerabdruck-Ansatzes zur Identifizierung der geografischen Herkunft von Pflanzenölen. Die stetig zunehmende Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohstoffen in der Bioökonomie hat umfangreiche Abholzungen und Veränderungen in der Landnutzung ausgelöst, die direkt und indirekt negative Auswirkungen auf den Klimawandel und Ökosysteme verursachen. Um solche Landnutzungsänderungen zu kontrollieren, sind analytische und statistische Instrumente notwendig, um den Ursprung landwirtschaftlicher Rohstoffe zu bestimmen, zusätzlich zu institutionellen Kontrollen (z. B. Nachhaltigkeitszertifizierung). Lili Xia hat sich auf Rapsöl aus Hessen, Deutschland, spezialisiert und einen Fingerabdruck-Ansatz entwickelt, um den geografischen Ursprung zu identifizieren. Dies erfolgt mithilfe von Clustern, die auf bestimmten klimatischen und Bodeneigenschaften in einer kleinen Region basieren, anstatt sich auf die Namen der Regionen zu verlassen. Dieser Ansatz könnte auch auf andere spezifische landwirtschaftliche Rohstoffe (z.B. Palmöl) in derselben Region angewendet werden, jedoch mit unterschiedlichen Bodengeschichten (z. B. ehemals abgeholztes Land), um sie zu unterscheiden. Nach erfolgreicher Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, es wurde gesungen und im Doktorwagen herumgefahren. Anschließend wurde im Kreis der Familie, Freunde und Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.



Michael Gottschling

„Development of an equation based on physicochemical properties of plastic and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) to predict plastic-water partition coefficients ($\log K_{p-w}$) for PAHs “

Referentin:

Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek

Korreferent:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Tag der mündlichen Prüfung:

12.12.2023

Am 12. Dezember 2023 verteidigte Herr Michael Gottschling erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Development of an equation on physicochemical properties of plastic and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) to predict plastic-water partition coefficients ($\log K_{p-w}$)“. Herr Michael Gottschling arbeitete von Mai 2016 bis Februar 2021 am Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek. In seiner Doktorarbeit beschäftigt sich Michael Gottschling mit dem Anreicherungsverhalten von ausgewählten Schadstoffen aus der Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) an Kunststoffen im Medium Wasser. Im Speziellen sucht er nach den treibenden chemisch-physikalischen Eigenschaften der Schadstoffe und der Kunststoffe, die in einer Gleichung zusammengeführt werden und eine Abschätzung der angereicherten Schadstoffmenge an den Kunststoffen ermöglicht. Hintergrund sind die stetig wachsenden Kunststoff- und Schadstoffmengen in der Meeresumwelt und der langen Lebensdauer der Kunststoffe von bis zu mehreren hundert Jahren. Obwohl die persistenten, bioakkumulierenden und teilweise toxischen PAK nur in geringen Konzentrationen in der Meeresumwelt vorhanden sind, reichern sie sich in großen Mengen an den Kunststoffen an. Bei einer Aufnahme dieser schadstoffversehene Kunststoffen durch einen Organismus kann die toxische Wirkung auf den Organismus übertragen werden. Mit der Gleichung, die von Michael Gottschling entwickelt wird, kann in einem ersten Schritt eine Abschätzung über die angereicherte Schadstoffmenge anhand weniger Schadstoff- und Kunststoffeigenschaften durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Disputation wurde nach IWAR-Tradition der Doktorhut übergeben, eine Laudatio gehalten und im Doktorwagen herumgefahren. Abschließend wurde im Kreise der Familie, Freunde und unbeschreiblichen tollen Institutskolleg:innen ausgiebig gefeiert.

Anhang

Aktuelle Bände der Schriftenreihe des Instituts IWAR

Schriftenreihe	Veröffentlichung	Autoren	Titel	Preis
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.

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

Aktuelle Bände der 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 - IWAR Abwassertechnik - 22. April 2004	vergriffen
1	Neue Wege der Schlammbehandlung - Desintegration von Klärschlamm 1. Infotag - IWAR Abwassertechnik - 15. Mai 2003	vergriffen

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