



forschen.
vernetzen.
anwenden.

TÄTIGKEITSBERICHT 2019



Impressum

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
Bliersheimer Str. 58 – 60
47229 Duisburg
Telefon: +49 (0) 2065 / 418 – 0
Telefax: +49 (0) 2065 / 418 – 211
Internet: www.iuta.de

Vorstand

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen, Wissenschaftlicher Leiter
Vertretungsberechtigt gemäß § 26 BGB:
Dr.-Ing. S. Haep, Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer
Dipl.-Ing. J. Schiemann, stellv. Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer

Redaktion

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen, Dr.-Ing. S. Haep, Prof. Dr.-Ing. K. G. Schmidt

Druck

Universitäts-Druckzentrum, Universität Duisburg-Essen, Campus Duisburg

Das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) ist An-Institut der Universität Duisburg-Essen, Mitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V. (JRF) sowie Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF).



Bildnachweise (Deckblatt)

Fotos: Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) und Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.

Förderhinweis

Das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) erhält vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft eine Zuwendung des Landes Nordrhein-Westfalen im Rahmen der institutionellen Förderung.

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



TÄTIGKEITSBERICHT 2019

**Institut für Energie-
und Umwelttechnik e.V.**

**Institut an der
Universität Duisburg-Essen**

TÄTIGKEITSBERICHT 2019

1	Vorwort.....	1
2	Organisation, Arbeitsweise und Geschäftsverlauf.....	3
3	Arbeitsschwerpunkte und technische Ausstattung der Bereiche.....	7
3.1	Luftreinhaltung & Aerosole.....	7
3.2	Luftreinhaltung & Filtration	14
3.3	Umwelthygiene & Spurenstoffe.....	21
3.4	Gasprozesstechnik & Energiewandlung	28
3.5	Partikelprozesstechnik & Charakterisierung	38
3.6	Ressourcen & Recyclingtechnik.....	43
3.7	Forschungsanalytik & Speziesanalytik.....	51
3.8	Forschungsanalytik & Miniaturisierung	57
3.9	Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e.V.	64
4	Anhang.....	68
4.1	Vorträge 2019	68
4.2	Veröffentlichungen 2019	73
4.3	Poster 2019.....	77
4.4	Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen.....	79
4.5	IGF-Forschungsberichte	82
4.6	Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)	85
4.7	Veranstaltungen	90
4.8	Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen	99
4.9	Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e.V.	102
4.10	Mitglieder des IUTA e.V.	103
4.11	Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e.V.....	105
4.12	Mitglieder des Wissenschaftlichen Kuratoriums	105
4.13	Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments.....	106
4.14	Wegbeschreibung zum IUTA	119

1 Vorwort

„Corona-Pandemie“, „Klimakatastrophe“, „Energiewende“, wenn man die Medien und die aktuellen Diskussionen in unserer Gesellschaft verfolgt, wimmelt es von Herausforderungen und Bedrohungsszenarien. Man kann den Eindruck gewinnen, alles um uns herum müsste in den nächsten Minuten zusammenbrechen.

Nun ist Panik nie ein guter Ratgeber für langfristig tragfähige Lösungen. Keines der oben genannten Problemfelder ist zu unterschätzen oder gar zu ignorieren, aber einen kühlen Kopf zu bewahren, ist sicherlich hilfreich.

Dies gilt nicht nur für die „großen“ Probleme der Menschheit, sondern auch für die „technischen“ Details, mit denen wir uns am IUTA befassen. So müssen wir auch in unserer täglichen Arbeit immer das Für und Wider von Lösungsvorschlägen abwägen. Hierbei bewegen wir uns zunehmend in Spannungsfeldern. Drei aktuelle Beispiele: Je weiter wir die Grenzwerte für Schadstoffe (z. B. Quecksilber) absenken, desto größer wird der Energiebedarf für die zunehmend aufwändigere Abgas-/Abluftreinigung.

Was hat Vorrang, Umwelt- oder Klimaschutz? Wenn wir medizinische Therapien zunehmend in den häuslichen Bereich verlagern, steigt der Eintrag von Pharmazeutika in die Wasserkreisläufe über die Haushalte. Was hat Vorrang, Patientenwohlbefinden oder Umweltschutz? Kleine Filteraggregate, z. B. in Autos oder Wohnräumen, verbessern lokal die Luftqualität, erhöhen aber global den Energieverbrauch. Was hat Vorrang, die Gesundheit der Menschen in den Autos und Wohnungen oder der Klimaschutz?

Das IUTA als Brückenbauer zwischen der Forschung und der (vor allem mittelständischen) Wirtschaft ist vielfach mit solchen Fragestel-

lungen befasst. Zum einen in den zahlreichen Forschungsprojekten in unseren Leitthemen:

- Aerosole & Partikeltechnik
- Luftreinhaltung & Gasprozesstechnik
- Ressourcen & Energie
- Analytik & Messtechnik

Zum anderen wird bei unseren vielfältigen Transferveranstaltungen kontrovers diskutiert. Neben ca. 50 projektbegleitenden Ausschüssen sind hier vor allem die IUTA-Filtrations-, Analytik- und Zytostatika-Tage, die im November von insgesamt über 300 Personen aus Wirtschaft und Forschung besucht wurden, zu nennen. Diese Veranstaltungen sind Ausdruck eines großen Netzwerks aus Kooperationspartnern. Es umfasst mittlerweile ca. 150 Universitätslehrstühle und Forschungsinstitute sowie mehr als 360 Unternehmen aus verschiedenen Branchen. Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten wurden in vielen Vorträgen und Artikeln in Fachzeitschriften veröffentlicht, IUTA-Mitarbeiter/-innen waren in zahlreichen Gremien von der lokalen bis zur internationalen Ebene aktiv. Einen ersten Überblick über die Arbeitsgebiete des IUTA und ausgewählte Projekte können Sie sich auf den folgenden Seiten verschaffen. Weiterführende Informationen, insbesondere zu den Projekten, die nicht unter Vertraulichkeitsvereinbarungen stehen, finden Sie auf unserer Internetseite www.iuta.de. Dort sind auch die jeweiligen Ansprechpartner/-innen angegeben. Zögern Sie nicht, uns anzusprechen!

Daneben ist das IUTA eng mit zwei weiteren Institutionen verknüpft. Als Gründungsmitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft, der Forschungsgemeinschaft des Landes NRW, und als An-Institut der Universität

Duisburg-Essen. Diese intensiv gelebten Verbindungen haben sich auch 2019 in vielen gemeinsamen Aktivitäten widerspiegelt: In neuen Forschungsprojekten mit anderen JRF-Instituten, in Lehrveranstaltungen, in begonnenen und abgeschlossenen Promotionsvorhaben von IUTA-Mitarbeiter/-innen an der Universität und in vielen gemeinsamen Veranstaltungen.

Abschließend möchten wir noch einmal allen Mitarbeiter/-innen des IUTA und unseren Partnern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich danken, insbesondere den vielen ehrenamtlich engagierten Personen, die uns auch 2019 wieder hervorragend unterstützt haben. Unser besonderer Dank gilt dem Verwaltungsrat des IUTA e.V. mit seinem Vorsitzenden, Herrn Prof. Dr. Dieter Schramm, sowie seinen beiden Stellvertretern, Herrn Holger Ellerbrock und Herrn Prof. Dr. Bernd Neukirchen und unserem Wissenschaftlichen Kuratorium unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Roger Gläser.

Nicht zuletzt gibt es im Umfeld unseres Hauses Veränderungen zu vermelden. Nach langen erfolgreichen Jahren gab es einen Wechsel an der Spitze zweier Gremien: Im Forschungsbeirat des IUTA, der sich vor allem der Begutachtung von Anträgen für die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF e.V.) widmet, folgt Herr Dr. Arthur Heberle (Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH) turnusgemäß auf Dipl.-Ing. Heinrich Kohl (ENGIE Deutschland GmbH), der dieses Gremium sechs Jahre erfolgreich leitete. Sein Stellvertreter bleibt Prof. Dr. K.G. Schmidt. Im Förderverein FVEU e.V. folgt Herr Dr. Bertram Böhringer (Blücher GmbH) auf Herrn Dipl.-Ing. Leander Mölter, der sich in den (Un-)Ruhestand zurückgezogen hat. Wir danken Ihnen allen und auch allen weiteren Mitgliedern des Fördervereins und des Forschungsbeirates für ihr großartiges ehrenamtliches Engagement, ohne das sich unser Institut nicht so erfolgreich entwickeln könnte. Wir wünschen Ihnen eine

anregende und interessante Lektüre und würden uns freuen, Sie demnächst im IUTA begrüßen zu dürfen.

Duisburg, im April 2020

Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen

(Wissenschaftlicher Leiter)

Dr.-Ing. Stefan Haep

(Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer)

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann

(stellv. Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer)

2 Organisation, Arbeitsweise und Geschäftsverlauf

Organisationsstruktur

Das IUTA hat die Rechtsform eines eingetragenen Vereins und ist als gemeinnützig anerkannt. Mitglieder des IUTA e.V. sind zurzeit 45 juristische Mitglieder (Firmen und Organisationen), 24 persönliche Mitglieder und 42 Mitglieder im Bereich der Industriellen Gemeinschaftsforschung (vor allem Forschungseinrichtungen und forschende Unternehmen).

Auf der operativen Ebene gliedert sich das IUTA zurzeit in zehn Bereiche, die den drei Arbeitsgebieten *Umwelt und Nachhaltigkeit*, *Energie und Ressourcen* und *Zentrale Einrichtungen* zugeordnet sind. Die aktuelle Struktur des IUTA ist in Abb. 2-1 dargestellt. Diese Organisationsstruktur wird dynamisch an die

inhaltlichen Ausrichtungen angepasst. Insgesamt zeichnet sich das Institut durch eine schlanke Verwaltung und flache Hierarchien aus.

Die Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen (UDE) und deren besondere Rolle im Verwaltungsrat und bei der Besetzung von Positionen im IUTA sind in einer Reihe von Verträgen und Vereinbarungen fixiert. Die wichtigsten sind der Kooperationsvertrag vom 05.12.1990, die Anerkennung des IUTA als An-Institut der Universität Duisburg-Essen durch das Wissenschaftsministerium des Landes NRW gemäß § 36 WissHG vom 21.05.1991 und die Kooperationsvereinbarung vom 21.02.2005.

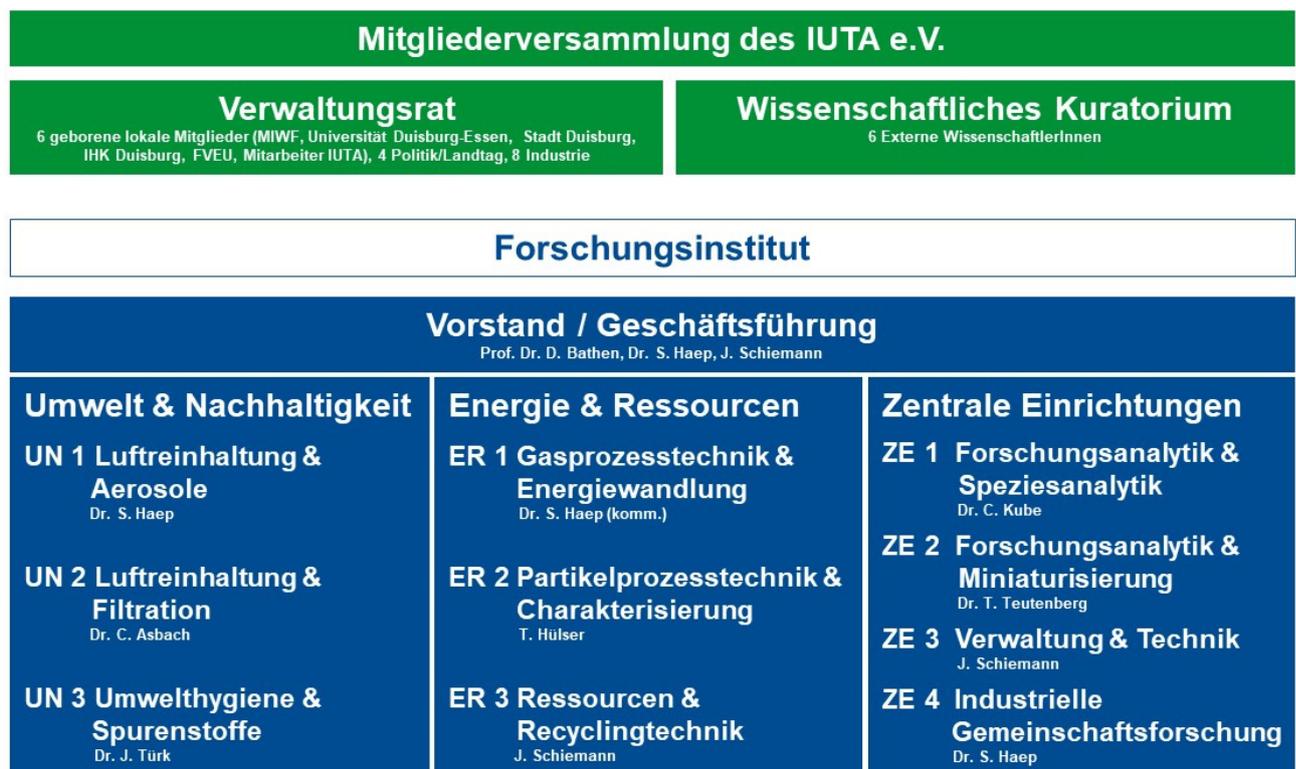


Abb. 2-1: Organigramm des IUTA e.V., Stand: 31.12.2019

Arbeitsschwerpunkte und Arbeitsweise

Das IUTA ist ein verfahrenstechnisches Forschungsinstitut im Bereich der Energie- und Umwelttechnik. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten hauptsächlich anwendungsorientierte FuE-Projekte in Kooperation mit Industrie-Partnern. Grundlagenorientierte Projekte mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen werden ausschließlich zur Unterstützung der anwendungsnahen Forschung durchgeführt. Ziel der Arbeiten ist sowohl der Transfer von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden in industrielle Prozesse, Verfahren und Produkte als auch die Identifikation von Marktanforderungen bzw. die Lösung von Problemen im industriellen Bereich durch Rückgriff auf wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden.

Da der Bereich der Energie- und Umwelttechnik fachlich sehr breit ist und eine Vielzahl von Forschungseinrichtungen in diesem Feld existieren, hat sich das IUTA konsequent auf die vier Leitthemen „*Aerosole & Partikel*“, „*Luftreinhaltung & Gasprozesstechnik*“, „*Ressourcen & Energie*“, „*Analytik & Messtechnik*“ ausgerichtet. Diese werden unabhängig von der organisatorischen Struktur des IUTA bereichsübergreifend adressiert. Die Auswahl der Leitthemen ist das Ergebnis einer regelmäßigen Analyse der Marktpotenziale und der systematisch aufgebauten technologischen Kernkompetenzen in den Bereichen Verfahrenstechnik im industrie-relevanten Maßstab sowie Chemische und Physikalische Analytik.

Ziel der Fokussierung auf die Leitthemen ist, sowohl hinsichtlich der wissenschaftlich-technischen Kompetenzen, als auch in Bezug auf den Zugang zur Industrie Alleinstellungsmerkmale zu erarbeiten. Zudem entstehen starke Synergieeffekte, die eine effizientere Bearbeitung der Projekte erlauben.

Geschäftsverlauf

Im Jahr 2019 hat der IUTA e.V. ein ausgeglichenes Ergebnis erzielt.

Wie in den vergangenen Jahren ist die Einwerbung von Zuwendungen für FuE-Projekte für das IUTA essentiell.

Neben den Forschungsprogrammen des Landes NRW über die Leitmarktwettbewerbe und den Infrastrukturwettbewerb profitiert das IUTA in erster Linie von den Förderprogrammen der Bundesministerien BMBF und BMWi. Eine besondere Rolle nehmen die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), organisiert durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), die Kooperationsforschung des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand“ (ZIM Modul KF) und das Förderprogramm INNO-KOM ein.

Diese Programme des BMWi ermöglichen die notwendige industrienahe angewandte Forschung, um insbesondere mittelständische Unternehmen bei ihrer Technologieentwicklung nachhaltig zu unterstützen. Mit dem INNO-KOM Modul IZ konnte das IUTA auch 2019 Mittel zur Verbesserung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur einwerben.

Als ordentliches Mitglied der AiF hat das IUTA die Berechtigung, die Förderung von IGF-Vorhaben zu beantragen und leitete als sogenannter Erstzuwendungsempfänger im Jahre 2019 rd. 5,2 Mio. Euro Zuwendungsmittel an externe Forschungsstellen in Deutschland weiter.

Flankierend zur Forschung führte das IUTA auch 2019 Dienstleistungen in Form von Prüfungen, Beratungen, Gutachten und Analysen durch. Dazu zählten Emissions-, Immissions- und Arbeitsplatzmessungen, Filterprüfungen, Membranprüfungen, analytische Nachweise von Pharmazeutika und Spurenstoffen sowie Überprüfungen von Kühlgeräteverwertungen

nach TA Luft 5.4.8.10.3/11.3 oder DIN EN 50625-X. In allen diesen Dienstleistungsbereichen hat das IUTA einen umfangreichen Kundenkreis im In- und Ausland aufgebaut.

Für das IUTA ist insgesamt eine stabile, prosperierende Entwicklung zu erwarten. Einen wesentlichen Anteil zur Existenzsicherung trägt die Förderung durch das Land NRW über das Ministerium für Kultur und Wissenschaft bei, die eng mit der Mitgliedschaft des IUTA in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft in NRW (JRF) verbunden ist.

Akkreditierungen und Zertifizierungen

Das IUTA verfügt in den vor allem für den wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb relevanten Bereichen über eine Vielzahl von Akkreditierungen, Anerkennungen und Zertifizierungen. So ist es anerkannter Ausbildungsbetrieb der IHK und die Bereiche *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* sowie *Umwelthygiene & Spurenstoffe* (FA/UHS) sind durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) nach DIN EN ISO/EC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 aufgeführten Umfang.

Maßnahmen externer und interner Qualitätssicherung

Die „Regeln guter wissenschaftlicher Praxis“ und „guter Laborpraxis“ (GLP) sind für das IUTA selbstverständliche Arbeitsgrundlage. Juristisch bindend sind sie u. a. durch den Kooperationsvertrag mit der Universität Duisburg-Essen vom 21.02.2005 sowie eine Vielzahl von Bewilligungsbescheiden von Behörden und Forschungsförderern.

Die Zerlegewerkstatt arbeitet mit einem zertifizierten Qualitätssystem und wird über die regelmäßig stattfindenden behördlichen Inspektionen gemäß der europäischen Industrial Emissions Directive (IED) und der nationalen 4. BImSchV jährlich durch einen unabhängigen

Auditor gemäß Entsorgungsfachbetriebsverordnung (EfbV) überprüft. Für die Gutachtertätigkeit im Bereich der Qualitätsüberprüfung von Kühlgeräteentsorgungsanlagen sind für die Zulassung nach TA Luft 5.4.8.10.3/11.3 in Verbindung mit der Vollzugshilfe der Bund-Länder-AG „Immissionsschutz“ oder im Rahmen der WEEELABEX-Zertifizierung die zugehörigen Qualitätssysteme einzuhalten.

Compliance-Richtlinie

Im November 2016 hat die Mitgliederversammlung des IUTA e.V. die vom Vorstand erarbeitete Compliance-Richtlinie per Beschluss in Kraft gesetzt. Für das IUTA und für alle für das IUTA tätigen Personen ist damit ein genereller Verhaltenskodex schriftlich fixiert.

Gebäude und allgemeine Infrastruktur

Das IUTA verfügt über ein 12.600 m² großes Grundstück in Duisburg, auf dem sich ein Hauptgebäude und drei Technikumshallen (zwei Doppelhallen und eine Einzelhalle) befinden. In Summe stehen ca. 2.680 m² Büro-/Laborflächen und ca. 5.200 m² Technikumsflächen zur Verfügung.

Wissenschaftliche Geräte und Infrastruktur

Das IUTA besitzt eine umfangreiche und moderne gerätetechnische Ausstattung mit z. T. deutschlandweit einzigartigen Technikumsanlagen, die die Brücke zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung bilden. Neben den zahlreichen Anlagen, die u. a. aufgrund ihrer Dimensionierung ein Scale-up auf industrielles Prozessniveau gestatten, wird die Ausstattung des Instituts durch eine umfangreiche Analysetechnik zur chemisch-physikalischen Charakterisierung von Substanzen bzw. Schadstoffen in gasförmiger, flüssiger Matrix oder auch in partikulärer Form komplettiert.

In 2019 wurde die Ausstattung um ein(en)

- Filtermedienprüfstand für korrosive Testbedingungen
 - Lüftungssystem für den Spraypyrolyse-Reaktor
 - Zertifiziertes Feinstaub-Aerosolspektrometer und PM₁₀
 - Multikomponentenmesssystem für Hg_{total}, Hg⁰, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CO, CO₂, HCl und H₂O
 - Quecksilber-Gaswarnanlage
 - Elektrodialyse
- ergänzt.

Maßnahmen zur Nachwuchsförderung und Nachwuchsgewinnung

Etwa 10 % der Mitarbeiter/-innen des IUTA streben eine wissenschaftliche Qualifikation (Promotion oder Habilitation) an. Die Betreuung erfolgt in Kooperation mit einer Partnerhochschule, in der Regel der Universität Duisburg-Essen. Die Themen der Arbeiten orientieren sich stark an den Leitthemen des IUTA und sind in der Regel direkt an einschlägige Projekte geknüpft. Schwierig ist in diesem Zusammenhang die kurze Laufzeit vieler Projekte; selbst große Verbundprojekte haben Laufzeiten von maximal drei Jahren, was insbesondere für ingenieurtechnische Promotionen zu kurz ist, sodass immer der Druck besteht, thematisch zur Promotion passende Anschlussprojekte zu finden.

Insbesondere mit der Universität Duisburg-Essen (Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Fakultät für Chemie) findet ein reger fach-

licher Austausch statt, sodass zahlreiche Studierende Qualifikationsarbeiten am IUTA anfertigen. Typischerweise betreuen die IUTA-Wissenschaftler/-innen kontinuierlich 10 – 20 Bachelor- und Masterarbeiten, in dieser Größenordnung findet auch das Engagement für Praktikantenausbildung statt. Darüber hinaus sind üblicherweise zwischen 20 und 30 Studierende am IUTA als wissenschaftliche Hilfskräfte beschäftigt.

Förderverein des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e.V. (FVEU)

1989 hatten sich die Mitinitiatoren der Gründung des IUTA aus dem Kreis der privaten und öffentlichen Wirtschaft in einem Förderverein für den IUTA e.V. zusammengefunden, um den Aufbau und die Arbeit des Instituts zu unterstützen.

Der Förderverein des IUTA hat seither einen beispielhaften Beitrag durch finanzielle Zuwendungen und personelle Beratung beim Aufbau des Instituts geleistet. Im Laufe der zurückliegenden Jahre hat sich die Mitgliederstruktur entsprechend den Aufgaben und Arbeitsgebieten und gemäß den strukturellen Änderungen in der nordrhein-westfälischen Wirtschaft gewandelt. Die IUTA fördernden Mitglieder arbeiten heute überwiegend sehr eng mit dem Institut zusammen und haben ihren Firmensitz nicht mehr ausschließlich in NRW.

Der FVEU wird von Herrn Dr. Bertram Böhringer, als Vorsitzendem, und Herrn Dr. Haep sowie Herrn Dipl.-Ing. Jochen Schiemann, als Geschäftsführer, geführt.

3 Arbeitsschwerpunkte und technische Ausstattung der Bereiche

3.1 Luftreinhaltung & Aerosole

Der Bereich *Luftreinhaltung & Aerosole* erforscht und entwickelt Verfahren und Technologien zur Luftreinhaltung. Die Bandbreite reicht von Verfahren zur Bewertung und Vermeidung von prozessbedingten Emissionen und Immissionen bis hin zum Personen- und Produktschutz an Arbeitsplätzen.

Für ausgewählte Anwendungen werden zudem Messgeräte, Sensoren und Detektoren als auch Aktoren (weiter-)entwickelt und an die Anwendungsfälle in Gas- und Flüssigphasen adaptiert (z. B. Phasen-Doppler-Anemometer, Raman-Spektrometer, etc.)

Der Bereich verfügt über Expertise auf den Gebieten der chemischen, thermischen und mechanischen Verfahrenstechnik. Je nach Anforderung kommen die Verfahren Adsorption, Absorption, Katalyse und Filtration zum Einsatz. Durch Kombination dieser Grundoperationen und/oder Entwicklung neuer Komponenten werden maßgeschneiderte Lösungen entwickelt, die sich durch eine hohe Abscheideleistung bei möglichst großer Ressourcen- und Energieeffizienz auszeichnen. Die Bandbreite der aktuellen FuE-Themen ist in der Tabelle 3-1 dargestellt.

Zur Unterstützung der theoretischen und experimentellen Untersuchungen wird in vielen Fällen die Mehrphasenströmungssimulation (CFD) eingesetzt, die vertiefte Einblicke in den lokalen Energie- und Massentransport, insbesondere für instationäre Prozesse in Apparaten ermöglicht. Die Expertise reicht von der Simulation des Fluidtransports in HPLC-Kapillaren über die Partikelabscheidung in Elektroabscheidern bis hin zur Simulation von Partikel-

transport und -abscheidung in porösen Strukturen, wie bspw. textilen Filtern oder Schäumen. Zur Validierung der theoretischen Ansätze sowie der Ergebnisse der CFD-Untersuchungen stehen Technikums- und Laboranlagen zur Verfügung, die an die jeweiligen Bedingungen angepasst werden können.

In Zusammenarbeit mit Umweltbehörden (z. B. UBA, LANUV NRW) wird darüber hinaus die Belastung der Umgebungsluft mit Partikeln und partikelgebundenen Schadstoffen untersucht.

Über die reinen Forschungsaktivitäten hinaus werden Produkttests oder die Begleitung der Produktentwicklung angeboten, i. d. R. nach international genormten Standards und anerkannten Messmethoden, um Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

Die Erstellung von Studien zur Konzeptionierung neuer und der Ertüchtigung bestehender Anlagen, Betrachtungen zur Energieeffizienz sowie energiewirtschaftliche Bewertungen von Anlagenkonzepten und Optimierungsmaßnahmen bis hin zur Erstellung unabhängiger Gutachten, beispielsweise im Rahmen von Genehmigungsverfahren, runden das Leistungsspektrum ab.

Zu den Forschungspartnern und Auftraggebern zählen Unternehmen der chemischen Industrie, der Stahlindustrie, Hersteller von raumlufttechnischen Apparaten und Anlagen, Hersteller technischer Gase, Unternehmen aus den Bereichen Anlagenbau, Gasprozesstechnik, Filtration und Adsorption sowie öffentliche nationale und internationale Auftraggeber.

Tab. 3-1: Eingesetzte Technologien und ihre Anwendungsbereiche

		Thermische und mechanische Trennverfahren zur Anwendung in Abgasen, Biogas, Erdgas, Luft in Reinräumen, ...						
Luftverunreinigungen		Adsorption	Absorption	Flugstrom- verfahren	Katalyse (Photokat., SCR, SNCR)	Multi- effekt- filtration	(Konden- sations-, Nass-) Elektro- filtration	Strahl- wäsche
Partikulär (fest, flüssig, biogen)	< 10 µm					✓	✓	✓
	< 1 µm					✓	✓	✓
	<< 1 µm					✓	✓	✓
Gasförmig	Queck- silber	✓	✓	✓				
	NO _x , SO _x , ...		✓	✓	✓			
	(S)VOC	✓			✓	✓		

Aktuelle und neue Projekte:

- Feinstaubabscheidung in Wäschern
- Multieffektfiltration
- Partikelförmige Katalysatormaterialien zur Entfernung von NO_x aus Abgasen bei niedrigen Temperaturen
- Absorptions- und Reemissionsvorgänge von Quecksilber in Wäschern zur Entschwefelung von Verbrennungsabgasen
- Adsorption von Quecksilber an pulverförmigen Sorbentien
- Online-Hygienemonitoring von RLT-Anlagen
- Probenahmesystem für legionellenbelastetes Aerosol aus Rückkühlanlagen
- Immissionszusatzbelastungen durch diffuse Emissionen aus Industrieanlagen
- Integration von Power-to-X-Technologien in einem dezentralen Verbund aus Betreibern von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien und industriellen Verbrauchern
- Vernetzte Sensoren zur Filterüberwachung und bedarfsgerechten Filterregeneration bzw. zu Filterwechsel-on-Demand
- Einfluss der Staubbeladung auf die chemische Alterung abreinigbarer Filtermedien – Laborversuche vs. Alterung der Medien im realen Einsatz in industriellen Anlagen
- Einsatzmöglichkeiten von Elektrofiltern in der Raumlufttechnik unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz

Aus der Vielzahl an Forschungsaktivitäten werden beispielhaft zwei aktuelle Projekte vorgestellt:

Absorptions- und Reemissionsvorgänge von Quecksilber in Wäschern zur Entschwefelung von Verbrennungsabgasen

Das IGF-Vorhaben „Hg in REA“ startete im Januar 2019 mit einer Laufzeit von 30 Monaten. Ziel des Projekts ist es, den Kenntnisstand über das Zusammenwirken der unterschiedlichen Betriebsparameter bei der Abscheidung von anorganischen Quecksilberverbindungen (Hg) in Wäschern zur Entschwefelung von Verbrennungsabgasen so zu erweitern, dass bei Vorgabe der standortspezifischen Fahrweise eine optimale, stabile Quecksilberabscheidung erreicht werden kann. Die FuE-Arbeiten werden in Kooperation zwischen dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) und dem Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Professur für Energieverfahrenstech-

nik der TU Dresden (EVT) durchgeführt. Die Untersuchungen haben vorrangig zwei Schwerpunkte:

Erstens soll der Übergang der Quecksilberverbindungen zwischen der Gas- und der Flüssigphase, insbesondere am Einzeltropfen, detailliert untersucht werden, um die Absorptions- und Reemissionsvorgänge besser zu verstehen. Dieser Anteil wird von der TU Dresden übernommen. Zweitens soll der besondere Einfluss der in der REA auftretenden Schwefelverbindungen (gelöst und fest) auf die Redoxreaktionen mit dem in der Waschlösung gelösten Quecksilber in Abhängigkeit von relevanten Betriebsparametern untersucht werden. Diese Arbeiten finden am IUTA statt. Für diese Untersuchungen wird eine Labor-REA im Maßstab 1:1.000.000 eingesetzt (s. Abb. 3-1) Neben Einzeluntersuchungen mit definiert eingestellten Betriebsparametern und Stoffströmen ergibt sich die Möglichkeit, den REA-Prozess realitätsnah abzubilden.

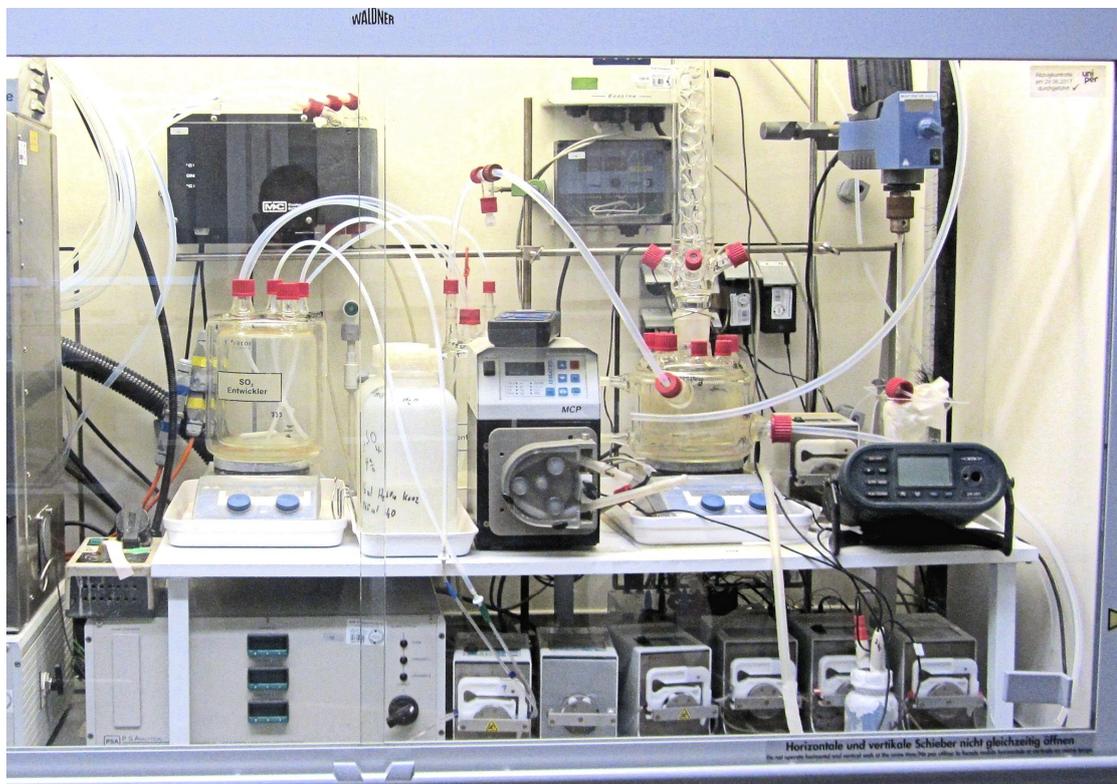


Abb. 3-1: Foto des REA-Laborwäschers

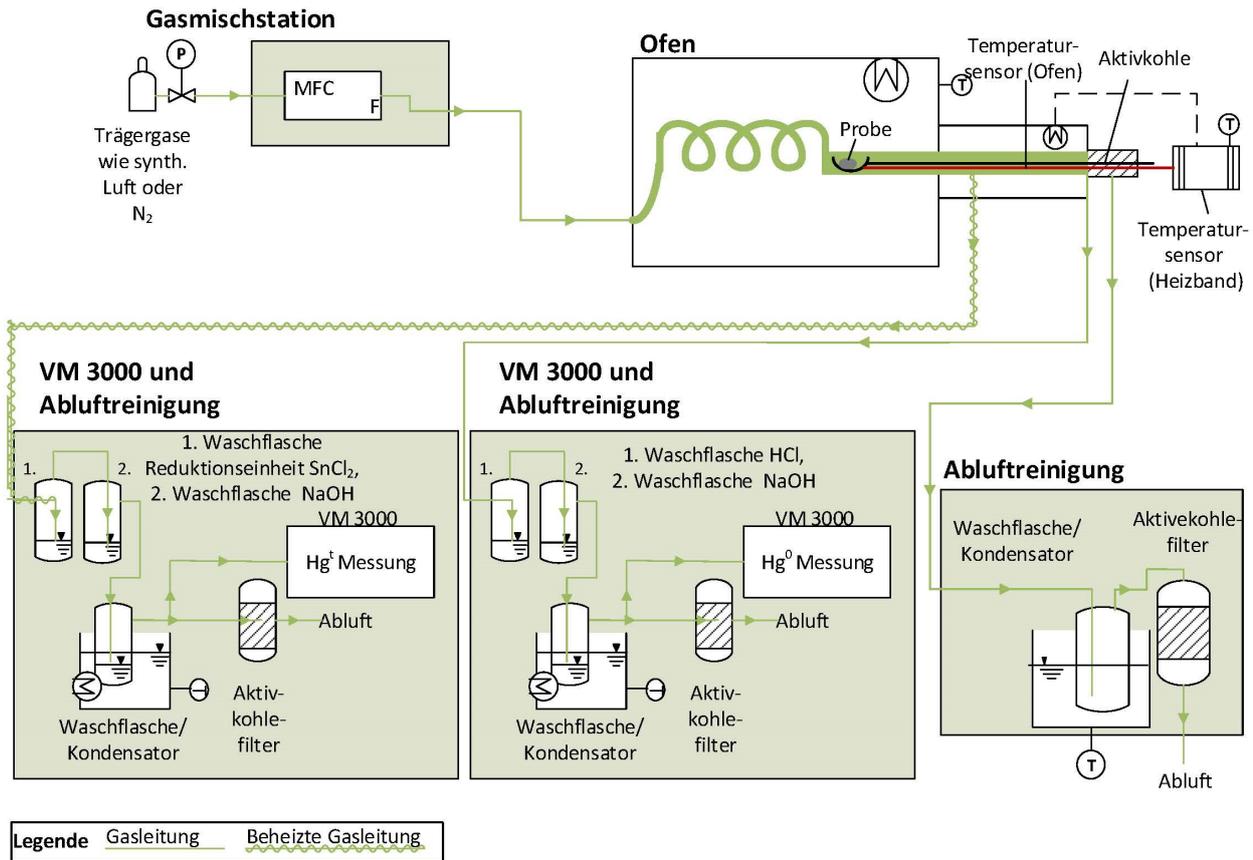


Abb. 3-2: Schema der Versuchsanlage zur Thermodesorption

Zur Untersuchung des Verhaltens der Quecksilberspezies in der Flüssig- und der Feststoffphase wurde ein Versuchsstand zur Thermodesorption aufgebaut (s. Abb. 3-2). Die Versuche sollen insbesondere zu einem besseren Verständnis der Gleichgewichte von Hg_{aq} und Hg_s führen.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 20388 BG der Forschungsvereinigung Institut für Energie- und Umwelttech-

nik e.V. (IUTA) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk Mittelstand

Entwicklung schaltbarer Funktionalitäten von Vliesstoffoberflächen für Anwendungen in der Filtration und im Automotive-Bereich

In dem Forschungsprojekt wird die Erzeugung stimuli-responsiver Elektreteigenschaften von Vliesstoffen untersucht, die durch elektrisch schaltbare Ionenquellen on-demand eine hohe Partikelabscheidung bei Filtrationsanwendungen gewährleisten sollen.

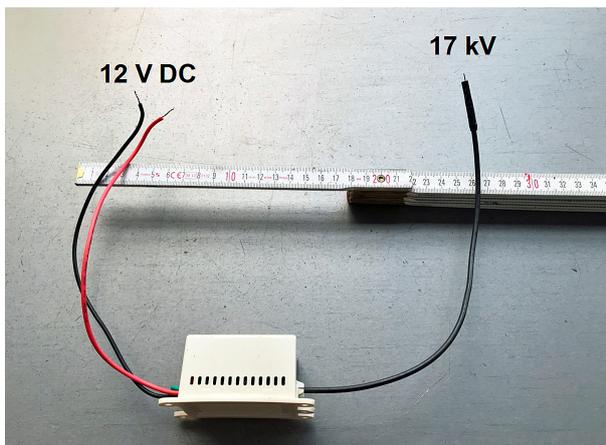


Abb. 3-3: Kostengünstiger Ionisator (ca. 20 €) mit einer positiven Hochspannung von 17 kV, einer Spannungsversorgung von 12 V DC und einer Leistungsaufnahme von 1,5 W

Eine Möglichkeit, den Abscheidegrad von Partikelfiltern zu erhöhen, ist der Einsatz sogenannter Elektret-Filter. Durch die zusätzlichen elektrostatischen Kräfte zwischen geladenen Partikeln und den geladenen Fasern der Elektret-Filter erreichen diese bei gleichem Differenzdruck eine größere Abscheideleistung als rein mechanische Filter. Aufgrund der Proportionalität zwischen der elektrischen Arbeit für den Betrieb des Ventilators und dem zu überwindenden Differenzdruck am Filterelement resultiert aus einem geringeren Differenzdruck bei größerer Abscheideleistung direkt eine Einsparung an Betriebskosten.

Um der möglichen Degradation des elektrostatischen Effekts während der Beladung mit Partikeln entgegenzuwirken, werden in diesem Projekt einfache und kostengünstige Ionisatoren vor den Flachfiltermedien (Labormaßstab)

bzw. den Filterelementen (Technikumsmaßstab) platziert. Abb. 3-3 zeigt exemplarisch einen Ionisator im Größenvergleich.

Durch die Ionisierung der Luft im Bereich der Hochspannungselektrode des Ionisators werden die vorbeiströmenden Staubpartikel elektrostatisch aufgeladen. Zusätzlich bewirkt das elektrische Feld, das von der Hochspannungselektrode ausgeht, eine Polarisation im Fasermaterial des Filters, sodass die geladenen Staubpartikel durch die stimulierten elektrostatischen Kräfte signifikant besser abgeschieden werden. Dieses Ergebnis konnte nicht nur an Elektret-Filtern, sondern auch an nominell rein mechanisch abscheidenden Filtern auf Basis von Polymerfasern gezeigt werden, z. B. an Filtern aus dem Fasermaterial PET (Polyethylenterephthalat).

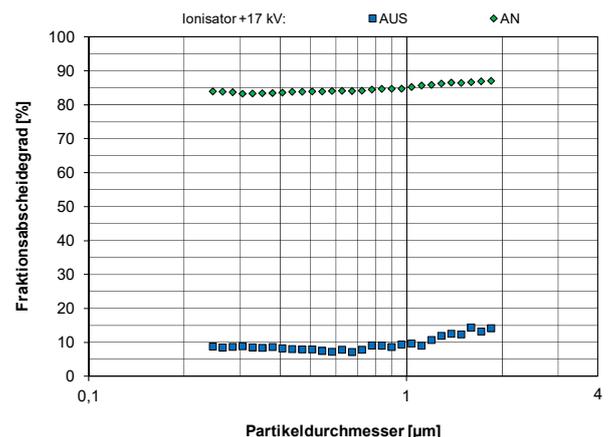


Abb. 3-4: Fraktionsabscheidegrade eines Grobstaubfilters aus PET-Fasern bei deaktiviertem (AUS) und aktiviertem (EIN) Ionisator

In Abb. 3-4 ist der Fraktionsabscheidegrad eines Grobstaubfiltermediums aus PET-Fasern dargestellt, das in einem Prüfkanal im Labormaßstab (\varnothing 200 mm x 200 mm) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,17 m/s durchströmt und mit einem Prüfaerosol aus NaCl (Natriumchlorid) beaufschlagt wurde. Die Hochspannungselektrode eines Ionisators mit einer positiven Spannung von 17 kV befand sich zentral angeordnet in einer Entfernung von 190 mm vor dem Filtermedium. Bei aktiviertem

Ionisator konnte ein signifikant größerer Fraktionsabscheidegrad für alle betrachteten Partikeldurchmesser erzielt werden.

Abb. 3-5 zeigt, dass die Steigerung des Abscheidegrads durch Aktivieren des Ionisators ein „schaltbarer Effekt“ ist. Dargestellt ist der Abscheidegrad für Partikel mit einem Durchmesser von 0,4 µm während der Betriebszeit des Ionisators. Der Abscheidegrad wechselt zum Zeitpunkt des Schaltens zwischen den Werten von rund 10 % (AUS) und rund 83 % (AN). Diese Untersuchungen zeigen das Potenzial der durch einen Ionisator unterstützten Filtration bei idealen Bedingungen, d. h. für ein gut aufladbares Aerosol (NaCl) bei niedriger Strömungsgeschwindigkeit im Prüfkanal und für ein flaches Filtermedium im Bereich des vom Ionisator erzeugten elektrischen Felds.

Beim Scale-Up vom Labor- zum Technikumsmaßstab auf einen Querschnitt des Prüfkanals von 610 mm × 610 mm und einen Volumenstrom von bis zu 3400 m³/h, entsprechend einer Strömungsgeschwindigkeit von 2,5 m/s, wurde die Positionierung der Ionisatoren für eine optimale Abscheidung untersucht.

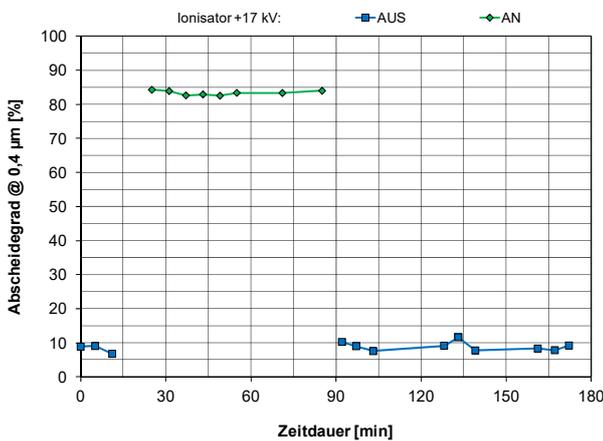


Abb. 3-5: Schaltbarer Effekt der stimuli-responsiven Elektreteigenschaften bei der durch einen Ionisator unterstützten Filtration im Labormaßstab

Um nicht ideale Bedingungen („worst-case“-Betrachtung) während der schaltbaren Verbesserung des Abscheidegrads zu berücksichtigen, wurde ein gering aufladbares Prüfaerosol

aus DEHS (Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat) sowie ein Taschenfilter mit einer Taschentiefe von 600 mm verwendet.

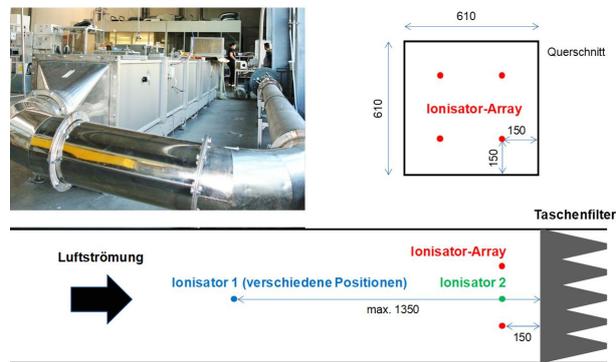


Abb. 3-6: Aufbau des Prüfkanals im Technikumsmaßstab und Positionierung der Ionisatoren

Abb. 3-6 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Prüfkanals mit der Positionierung der Ionisatoren. Ein einzelner Ionisator (Ionisator 1) führte in Abhängigkeit von der Entfernung zum Taschenfilter zu den geringsten Abscheidegraden. Die besten Ergebnisse zeigte die Kombination aus einem Ionisator vor dem Taschenfilter (150 mm entfernt) und einem zusätzlichen Ionisator bis zu 1350 mm weiter entfernt (Ionisatoren 1 und 2). Letzterer diente primär durch die vergrößerte Verweilzeit zur Aufladung der Prüfpartikel, während der filternähere Ionisator hauptsächlich die Polarisation des Filtermaterials durch das von ihm ausgehende elektrische Feld initiierte.

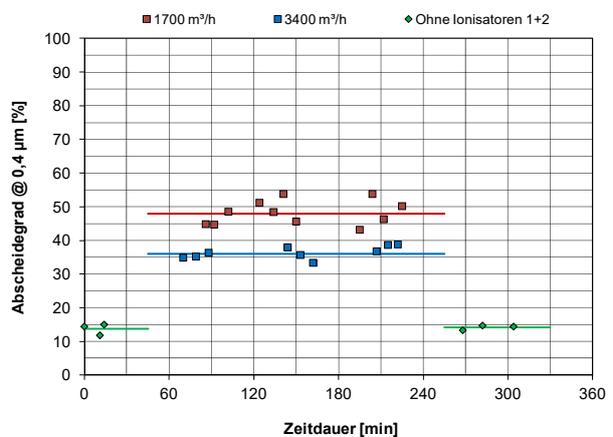


Abb. 3-7: Schaltbarer Effekt der stimuli-responsiven Elektreteigenschaften bei der durch Ionisatoren unterstützten Filtration im Technikumsmaßstab (Ionisatoren 1 und 2) für eine „Worst-case-Betrachtung“

Die Anordnung von vier Ionisatoren in einer Ebene 150 mm vor dem Taschenfilter führte zu keiner weiteren Verbesserung des Abscheidegrads (Ionisator-Array).

Abb. 3-7 zeigt als Ergebnis der Untersuchungen den zeitlichen Verlauf der Abscheidung von Prüfpartikeln mit einem Durchmesser von $0,4 \mu\text{m}$ bei zwei unterschiedlichen Volumenströmen von $1700 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $3400 \text{ m}^3/\text{h}$. Durch Aktivierung der Ionisatoren 1 und 2 wird auch bei einer „Worst-case-Betrachtung“ eine zusätzliche Abscheidung von mindestens rund 35 % bzw. 22 % erreicht.

In weiteren Untersuchungen sollen insbesondere flache Kassettenfilter mit plissierten Struk-

turen verwendet sowie die Langzeitstabilität der stimuli-responsiven Elektreteigenschaften der Filtermedien betrachtet werden.

Durchgeführt wird das Forschungsvorhaben in Kooperation mit den Partnern Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, der K+K Wissen GmbH & Co. KG sowie zwei Tochterunternehmen der TWE Group.

Danksagung:

Das Vorhaben wird durch das Land NRW unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014 – 2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ gefördert.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW

Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

3.2 Luftreinhaltung & Filtration

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* forscht und entwickelt in vielfältigen Bereichen der Partikel- und Gasfiltration sowie der Partikel- und Gasmestechnik. Er verfügt über eine breite messtechnische Ausstattung und eine Vielzahl aufwändiger Prüfstände, die sowohl zur normgerechten Prüfung von Filtern und Adsorbentien, als auch für die Entwicklung neuer Materialien und Messverfahren eingesetzt werden. Das Anwendungsspektrum reicht von der Filtration in raumluftechnischen Anlagen sowie im Kfz, über Koaleszenz- und Druckluftfilter bis hin zur Entfernung toxischer und hochtoxischer Schadgase aus Luftströmungen. Außerdem werden messtechnische Entwicklungen durchgeführt, z. B. für Filterprüfungen, zur Charakterisierung von Partikeln unter extremen Bedingungen (Druck, Temperatur

etc.), zur Bestimmung von Bremsstaubemissionen oder zur Erfassung der (persönlichen) Exposition gegenüber (Nano-) Partikeln. Durch die breit gefächerte Expertise der Mitarbeiter/-innen lassen sich zudem maßgeschneiderte Lösungen für weitere Anwendungen entwickeln.

Einen Überblick über die im Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* verfügbaren Prüfstände liefert Tab. 3-2. In einem Prüfstand gemäß der internationalen Norm ISO 16890 (ehemals EN 779) können Filter unterschiedlicher Filterklassen für raumluftechnische (RLT-)Anlagen geprüft werden. Der automatisierte Prüfstand erlaubt Volumenströme zwischen 400 und 5000 m³/h bei einer konstanten Temperatur zwischen 20 und 60 °C und relativen Luftfeuchtigkeiten bis zu 98 %.

Tab. 3-2: Prüfstände im Bereich *Luftreinhaltung & Filtration*

	Prüfstand <i>Norm</i>	RLT-Filter (ISO 16890, ehem. EN 779)	Druckluft (ISO 12500)	Kfz Filter (DIN 71460, ISO 11155)	MFP (DIN EN 1822-3)	Raumluft-reiniger (DIN 44973-100 ³ , GB T18801-2015)	Gerüche	Tox
	Volumenstrom	400-5000 m ³ /h	1-3000 m ³ /h	60-800 m ³ /h	1-35 m ³ /h		50-250 m ³ /h	1-25 m ³ /h
Partikel	> 10 µm	✓		✓	✓			
	< 10 µm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	< 1 µm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	< 0,1 µm	✓	✓ ²	✓	✓	✓	✓	
Gas	SO ₂			✓				✓
	NH ₃ , NO _x			✓		✓		✓
	(S)VOC		✓	✓		✓	✓	✓
	Butan, Toluol			✓		✓		✓
	Formaldehyd					✓		✓
	Tox. Gase ¹							✓

¹ z. B. Blausäure, Phosgen, Benzol, etc. ² nach Entspannung

³ Entwurf

Darüber hinaus steht eine Kammer zur Verfügung, um gemäß ISO 16890 RLT-Filter mithilfe von Isopropanoldampf elektrisch zu entladen.

Druckluftfilter können gemäß ISO 12500 getestet werden. Hierzu stehen insgesamt drei Prüfstände zur Verfügung, die bei Betriebsdrücken von bis zu 8 bar absolut mit Normvolumenströmen von 1 bis 100 m³/h bzw. von 50 bis 3000 m³/h betrieben werden. Sie erlauben Messungen des Restölgehaltes (ISO 12500 Teil 1), des Öldampfgehaltes (Teil 2) sowie der Partikel (Teil 3). Der große Druckluftfilterprüfstand (50 – 3000 m³/h) verfügt zudem über die Möglichkeit, die Temperatur stabil zwischen 10 und 50 °C einzustellen, um so z. B. das Drainageverhalten oder den abströmseitigen Wiedereintrag von Öltröpfchen in Abhängigkeit von der Temperatur zu analysieren.

Kfz-Innenraumfilter können in einem weiten Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich (10 bis 80 °C, 10 bis 95 %) im Hinblick auf Partikelabscheidung und Gasadsorption gemäß den Normen ISO 11155 und DIN 71460 untersucht werden.

An einem Medienfilterprüfstand (MFP) lassen sich Filterrunden mit einer angeströmten Querschnittsfläche von 100 cm² mit einer großen Bandbreite an Anströmgeschwindigkeiten sowie verschiedensten Testaerosolen prüfen.

Weiterhin verfügt der Bereich *Luftreinhalung & Filtration* über einen variablen Prüfraum, in dem Raumlufreiniger untersucht werden. Die Größe des Raumes lässt sich an die jeweils gestellten Anforderungen anpassen, z. B. 30 m³ gemäß der chinesischen Norm GB T18801-2015. Messungen gemäß der internationalen

Prüfnorm IEC 63086, die derzeit noch nicht in Kraft getreten ist, oder dem Entwurf für die deutsche Norm DIN 44973-100 sind ebenfalls möglich.

Die Qualität der Raumlufreiniger wird anhand der Abnahme der Konzentration von Partikeln sowie verschiedener Gase wie Formaldehyd oder Toluol ermittelt. Zudem besteht die Möglichkeit zur definierten Alterung der eingesetzten Filter, z. B. mit Zigarettenrauch oder Formaldehyd.

Ein weiterer Prüfstand des Bereiches erlaubt die definierte Einspeisung von Gasen und Partikeln in einen Prüfkanal, der an ein Olfaktometer gekoppelt ist. Dies ermöglicht die Bewertung der Geruchsabscheidung, z. B. von Kfz-Innenraumfiltern. Typische Gas- und Partikelquellen sind beispielsweise das Abgas eines Dieselmotors sowie Zigarettenrauch.

Zu guter Letzt verfügt der Bereich über einen einzigartigen Prüfstand, der es erlaubt, sicher mit toxischen oder hochtoxischen Gasen umzugehen, um z. B. deren Adsorption an Schüttungen von Adsorbentien, Flachmedien oder Gasmaskenfiltern zu untersuchen. Der Prüfstand verfügt über eine aufwändige Gaskonditionierung, mit der bei Volumenströmen zwischen 1 und 25 m³/h konstante Temperaturen zwischen 10 und 50 °C sowie relative Luftfeuchten zwischen < 5 % und 90 % erreicht werden. Dem Trägergasstrom können bis zu sechs Schadgase gleichzeitig zugemischt werden, jeweils in einem Konzentrationsbereich zwischen 1 und 1000 ppm. Somit lassen sich nicht nur Einzelgase, sondern auch realitätsnahe Schadgasgemische untersuchen.

Bewertung optischer Messgeräte zur Bestimmung partikelförmiger Gefahrstoffe am Arbeitsplatz

Mit der Absenkung des Allgemeinen Arbeitsplatzgrenzwertes für alveolengängigen Staub (A-Staub) auf 1,25 mg/m³ (für Stäube der Dichte 2,5 g/cm³) sind neue messtechnische Herausforderungen entstanden. Die herkömmliche Überwachung des Grenzwerts mithilfe filterbasierter personengeborener Sammler kommt insbesondere bei Kurzzeite xpositionsmessungen an ihre Grenzen. Als Alternative bieten sich direktanzeigende, optische Aerosolmessgeräte an, wie sie z. B. in der Überwachung atmosphärischer Feinstaubkonzentrationen vielfach angewendet werden. Diese Geräte weisen in der Regel eine niedrige Nachweisgrenze bezogen auf die Partikelmassenkonzentration auf und messen mit hoher Zeitauflösung. Es wird zwischen zwei Gerätetypen unterschieden. Photometer messen jeweils integral das an einer Vielzahl von Partikeln gestreute Licht. Optische Aerosolspektrometer hingegen messen das Streulicht an Einzelpartikeln und bestimmen so die Anzahlgrößenverteilung der Staubpartikel. Um aus den gemessenen Streulichtsignalen auf die Partikelmassenkonzentration schließen zu können, sind in beiden Fällen Annahmen zum Partikelmaterial (Brechungsindex, Dichte) und zur Partikelform notwendig. Im Falle von Photometern müssen zudem Annahmen zu den Partikelgrößen getroffen werden. Diese Geräte sind in der Regel für die Messung von atmosphärischem Feinstaub kalibriert, sodass die zur Kalibrierung getroffenen Annahmen nicht unbedingt auf die Messung an Arbeitsplätzen übertragbar sind. Im Rahmen des Projekts „Bewertung optischer Messgeräte zur Bestimmung partikelförmiger Gefahrstoffe am Arbeitsplatz“ soll daher die Eignung der optischen Messgeräte zur Überwachung der A-Staub-Konzentration an Arbeitsplätzen untersucht werden. Hierzu wurden sowohl Laborversuche als auch Feldmessungen an realen Arbeitsplätzen durchgeführt.

In den Laborversuchen wurden insgesamt sieben verschiedene Messgeräte untersucht. Hierzu wurde allen Geräten gleichzeitig ein identisches Aerosol angeboten und die Messergebnisse anschließend verglichen. Als Referenz für die Messung der A-Staub Konzentration kam ein filterbasierter Referenzsammler (MPG II) zum Einsatz. Insgesamt wurden die Versuche mit sieben verschiedenen Prüfaerosolen mit unterschiedlichen Partikelgrößenverteilungen, -zusammensetzungen und -formen durchgeführt. Es zeigte sich, dass die mit den Aerosolspektrometern gemessenen Größenverteilungen z. T. erhebliche Unterschiede aufwiesen. Allerdings traten diese Unterschiede hauptsächlich bei Partikeln mit aerodynamischen Durchmesser oberhalb von 4 µm auf, die entsprechend nicht mehr zum A-Staub zählen.

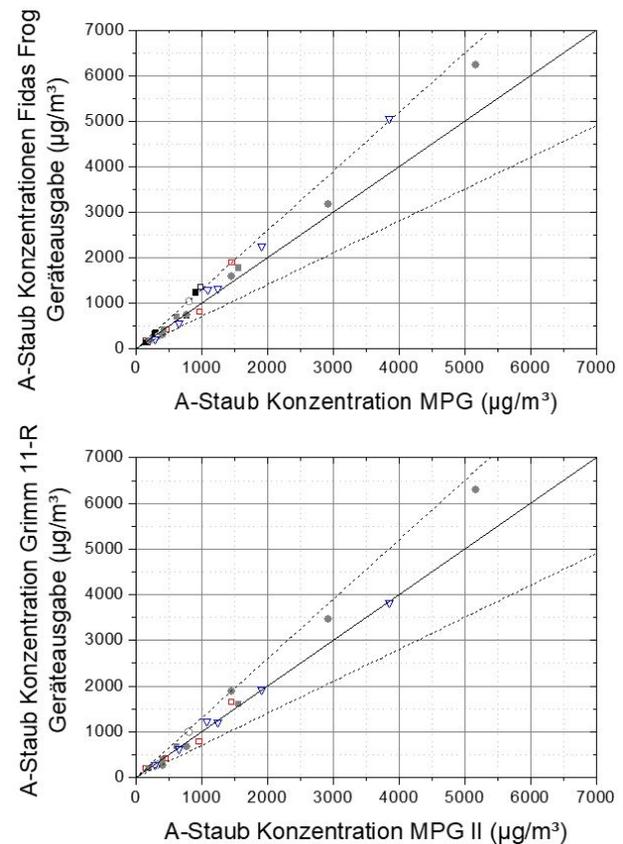


Abb. 3-8: Korrelation der korrigierten A-Staub-Konzentration zweier Geräte mit der Referenzkonzentration für unterschiedliche Prüfaerosole

Die aus den Größenverteilungen berechneten bzw. von den Geräten direkt ausgegebenen A-Staub-Konzentrationen waren gut mit den aus den MPG-II-Filtern ermittelten A-Staub-Konzentrationen korreliert, sodass sich für alle Geräte und Prüfstäube Korrekturfaktoren ermitteln ließen, mithilfe derer sich die Konzentrationen mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 30\%$ bestimmen lassen. Abb. 3-8 zeigt exemplarisch die Korrelation der mit zwei Aerosolspektrometern gemessenen A-Staub-Konzentrationen mit den Referenzkonzentrationen. Zur Erzielung genauer Ergebnisse ist aber eine individuelle Korrektur der Kalibrierung jedes Geräts für den jeweiligen Prüfstaub nötig. Auf Arbeitsplätze übertragen bedeutet dies, dass für jeden Arbeitsplatz ein separater Korrekturfaktor ermittelt werden muss, um verlässliche Ergebnisse zu erhalten.

Dies bestätigte sich in den Feldmessungen, die an insgesamt ca. 10 Arbeitsplätzen in unterschiedlichen Branchen mit verschiedenen Aerosolen durchgeführt wurden. Abb. 3-9 zeigt exemplarisch die Ergebnisse eines Messgerätes für drei verschiedene Arbeitsplätze. Einerseits wurden die von dem Gerät ausgegebenen Daten ohne Korrektur übernommen. Des Weiteren wurde der mittlere Korrekturfaktor aus dem Labor verwendet und drittens individuelle, arbeitsplatzspezifische Korrekturfaktoren, die aus dem Abgleich mit Daten des MPG II gewonnen wurden. Insbesondere die Messdaten, die bei einem Metallverarbeiter gewonnen wurden zeigen, dass eine individuelle Bestimmung des Korrekturfaktors in manchen Fällen unumgänglich ist, insbesondere wenn der Staub am Arbeitsplatz im Vergleich mit dem zur Kalibrierung verwendeten Staub sehr unterschiedliche Eigenschaften (z. B. Partikeldichte) aufweist.

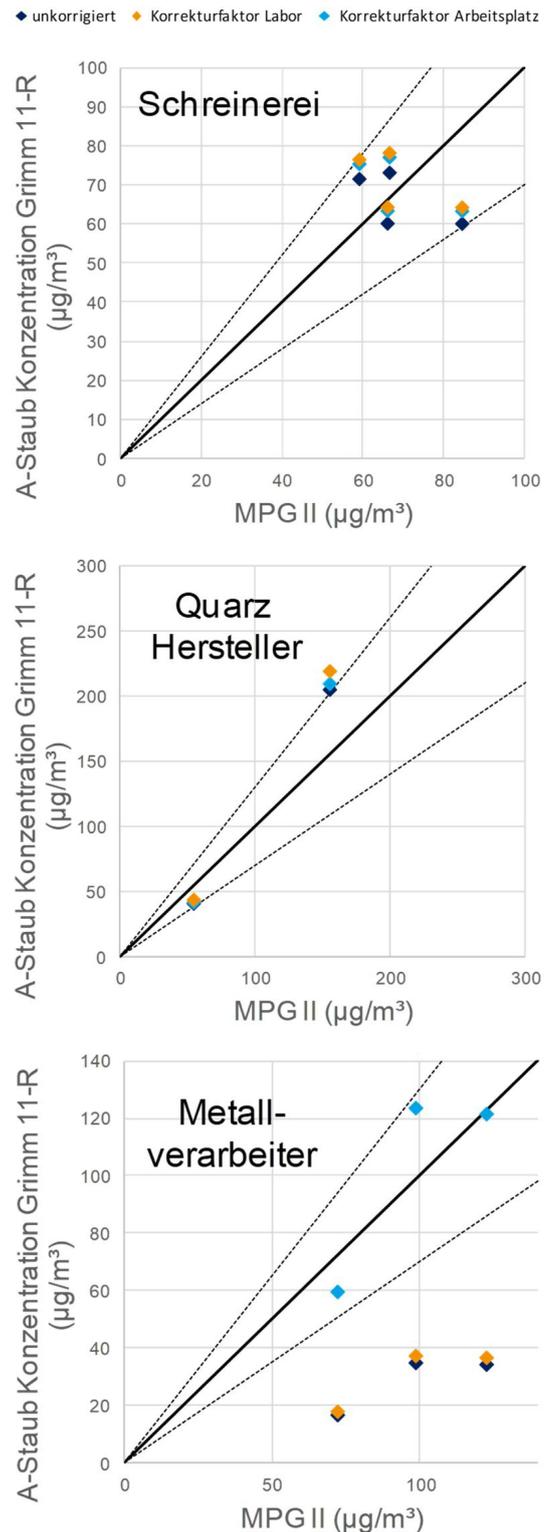


Abb. 3-9: Korrelation der unterschiedlich korrigierten A-Staub-Konzentrationen eines Gerätes mit der Referenzkonzentration an drei verschiedenen Arbeitsplätzen

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass die verfügbare Messtechnik generell geeignet ist, um die A-Staub-Konzentration an Arbeitsplätzen zu überwachen. Die herstellerseitige Kalibrierung der Geräte für Außenluftpartikel ist jedoch in den meisten Fällen nicht für Arbeitsplätze geeignet und muss korrigiert werden. Auch ist die maximal messbare Konzentration zu beachten, da diese unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes liegen kann.

Danksagung:

Dieses Projekt wird gemeinsam mit dem Institut für Gefahrstoffforschung (IGF) durchgeführt und von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gefördert.



Verbesserung der Drainageeigenschaft von Koaleszenzfiltermedien durch gemusterte Funktionalisierung

Die Druckluftfiltration als Teil der Druckluftaufbereitung, z. B. in Krankenhäusern, in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie und anderen Bereichen, nimmt mit einem Energieeinsatz, der etwa der Jahreskapazität eines mittleren Kraftwerks entspricht, einen signifikanten Anteil in der Energiebilanz der Unternehmen ein. Eine optimierte Öldrainage durch zielgerichtete Gestaltung des Filter- bzw. Drainagemediums kann aufgrund der Verminderung des Durchströmungswiderstandes folgerichtig zu einer erheblichen Kosteneinsparung führen.

Ein Druckluftfilter (Koaleszenzfilter) ist üblicherweise mehrschichtig (Filtermedium, Drainagemedium) aufgebaut, wobei die abzuschwei-

denden Öltröpfchen zunächst im Filtermedium abgeschieden werden, dort koaleszieren und durch die Luftströmung in das direkt dahinter liegende Drainagemedium transferiert werden, um dort unter Einwirkung der Schwerkraft nach unten in das Filtergehäuse abzutropfen.

Die zugrundeliegenden Tropfenbewegungen und Benetzungsphänomene spielen bei der Öldrainage in Druckluftfiltern eine entscheidende Rolle. Nur durch effektive Drainage des abgeschiedenen Öls kann der Anstieg des Druckabfalls (gleichbedeutend mit der Erhöhung der Energieaufnahme des Systems), der durch Sättigung des Filtermediums entsteht, vermieden werden. Durch die Verbesserung des Ablaufverhaltes sollte sich daher der Differenzdruck positiv beeinflussen lassen. Dazu wurde die Aufbringung verschiedener Muster auf die Oberfläche von Filtermedien zusammen mit dem Projektpartner DTNW untersucht. Es wurden drei verschiedene Haupttypen von Masken aus PMMA verwendet (Abb. 3-10). Im Falle der Dreiecksform wird durch die Geometrie ein Verhältnis von 1:1 zwischen oleophilen und oleophoben Bereichen erreicht. Bei den anderen Formen ist die Abschätzung des Verhältnisses zwischen oleophilen und oleophoben Bereichen komplexer. Daher wurde der parallel gemusterte Typ in sechs verschiedenen Kombinationen hergestellt, um das Verhältnis von oleophilen (geschlossenen) und oleophoben (offenen) Maskenbereichen zu variieren.

Für die gemusterten Modifikationstests wurde ein Glasfaservliesmedium mit relativ offener Struktur und oleophilen Oberflächeneigenschaften verwendet (Tab. 3-3). Mittels UV-Licht der mit AHDF (1H,1H,2H,2H-Heptadecafluorodecylacrylate) behandelten Filteroberflächen wurden bestrahlte Bereiche oleophobiert.

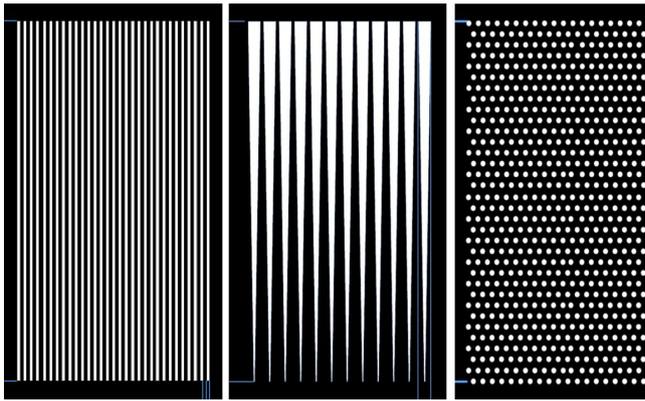


Abb. 3-10: Aufgeprägte Muster zur Verbesserung der Drainageeigenschaften von Filtermedien

Die unterschiedlich modifizierte Glasfasermatten wurden im Prüfstand mit Ölaerosol Corena S3 R46 gesättigt und die Entwicklung des Differenzdrucks aufgezeichnet.

Nach Erreichen der Sättigung zeigen die unmodifizierte sowie die vollständig oleophobierten Medien einen deutlich höheren Differenzdruck als die gemustert modifizierte. Die Verringerung des Differenzdrucks ist wahrscheinlich abhängig vom Verhältnis der oleophilen und oleophoben Bereiche. Die Streifenmuster unterschiedlichen Typs zeigten nach sechs Stunden Sättigung eine Reduktion des Differenzdrucks im Vergleich zum unmodifizierten Medium von mehr als 15 mbar (Abb. 3-11). Dies entspricht dem Vierfachen des trockenen Differenzdrucks des Mediums. Interessanterweise weist das vollständig modifizierte Filtermedium (Umkehr der Oberflächeneigenschaften von oleophil auf oleophob) einen wesentlich höheren Differenzdruck auf als das ursprüngliche Medium (ca. 16 mbar höherer Differenzdruck). Während ein industriell hergestelltes oleophobes Gegenstück des oleophilen Testmediums im trockenen ($\Delta p \sim 3,4$ mbar) und im gesättigten Zustand ($\Delta p \sim 55$ mbar) fast ähnliche Strömungswiderstandseigenschaften aufweist. Im Falle einer Modifikation des Mediums auf der Rohgasseite wurde kein signifikanter Einfluss auf den Differenzdruck festgestellt.

Wie erwartet, bestätigen Bilder des Ölflusses auf der Abströmseite, dass sich das Öl hauptsächlich in den oleophilen Bereichen befindet und in diesen Abschnitten abfließt. Die oleophoben Bereiche enthalten nur wenige zufällige Tröpfchen.

Tab. 3-3: Eigenschaften des unmodifizierten Ausgangsmediums

Flächengewicht	[g/m ²]	81
Dicke	[mm]	0,5 – 0,6
Oberflächeneigenschaften		oleophil
Druckverlust (trocken)	[mbar]	3,5
Druckverlust (gesättigt)	[mbar]	56
Porosität	%	94,0 – 94,6
Fraktionsabscheidegrad		
	0,221 μm – 0,365 μm	85,79 %
	0,365 μm – 0,604 μm	93,79 %
	0,604 μm – 1,000 μm	98,88 %
	1,000 μm – 1,655 μm	99,90 %
	1,655 μm – 2,548 μm	100,00 %

Bei allen gemusterten Filtermedien mit der Modifikation auf der stromabwärts gelegenen Seite des Glasfaservlieses wurde eine deutliche Auswirkung der Benetzungsmodifikation auf die Filtrationsleistung beobachtet. Eine Reduzierung des Druckverlustes von 29 – 36 % (16 bis 20 mbar) wurde erreicht.

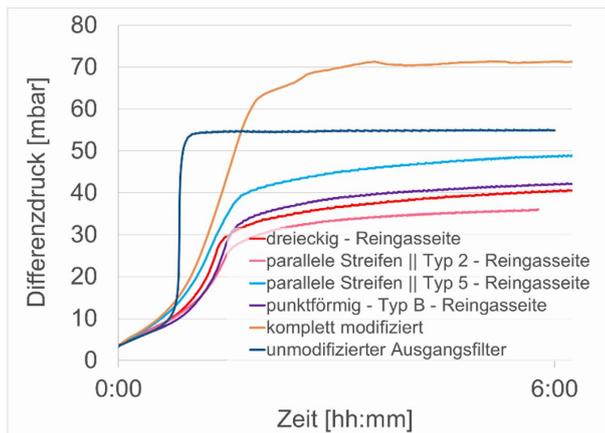


Abb. 3-11: Differenzdruckkurven unterschiedlich modifizierter Filtermedien zeigen im beobachteten Zeitfenster eine deutliche Reduzierung des sich ausbildenden Differenzdrucks im Vergleich zum unmodifizierten Ausgangsmedium

Die vorgeschlagene Modifikationsstrategie erweist sich als vielversprechender Weg, den Druckverlust über den Filter zu reduzieren. Dies ermöglicht eine Minderung des Energieverbrauchs von Druckluftsystemen. Weitere Untersuchungen werden sich mit dem Einfluss

der Modifizierung auf das Abscheideverhalten des Filtermediums, dem Ersatz des Modifizierungshilfsmittels durch umweltschonendere Varianten und der Abhängigkeit des Effekts von der Modifikationstiefe befassen.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19918 N der Forschungsvereinigung *Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)* wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

3.3 Umwelthygiene & Spurenstoffe

Viele in der Human- bzw. Veterinärmedizin eingesetzte Arzneimittel haben bereits in sehr geringen Konzentrationen ein erhebliches toxisches und ökotoxisches Potenzial. Daher sind bei Produktion, Lagerung, Transport, Zubereitung, Anwendung und Entsorgung dieser Stoffe sowie damit kontaminierter Materialien besondere Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten und der Umwelt erforderlich.

Der Bereich *Umwelthygiene & Spurenstoffe* trägt mit wissenschaftlichen Untersuchungen und technischen Entwicklungen zur Verbesserung des Arbeits- und Umweltschutzes beim Umgang mit toxischen Arzneimitteln bei. Dies betrifft insbesondere Zytostatika und Antibiotika sowie persistente Spurenstoffe in diversen Umweltmatrices. Zu deren Minderung stehen oxidative und adsorptive Behandlungsverfahren im Fokus. Darüber hinaus werden Dienstleistungen zur Spurenanalyse organischer Verbindungen, zum Arzneimittelmonitoring und zu Screening-Untersuchungen mittels Massenspektrometrie angeboten. Über den Nachweis und die Bewertung der Befunde aus der instrumentellen Einzelstoffanalytik hinaus werden wirkungsbezogene Analysenverfahren entwickelt und optimiert.

Erweiterte Abwasserbehandlung

Arzneimittelwirkstoffe, Haushaltschemikalien und Industriechemikalien werden ubiquitär in der Umwelt nachgewiesen. Konventionelle Kläranlagen können diese, als organische Mikroschadstoffe bezeichneten Substanzen, nur unzureichend eliminieren, sodass Kläranlagenabläufe einen bedeutenden Eintragsweg in den Wasserkreislauf darstellen. Weitere Einträge erfolgen durch Mischwasserentlastungen, industrielle Punktquellen oder auch durch diffuse Quellen, wie beispielsweise die Landwirtschaft, undichte Kanäle oder belastete Standorte (Deponien). Um dem entgegen zu

wirken und die Vielfalt der Stoffe sowie die unterschiedlichen Eintragspfade zu berücksichtigen, bedarf es Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen, wobei diese vorrangig direkt an der Quelle umzusetzen sind. Hierzu gehören neben der Entwicklung von Ersatzstoffen beispielsweise betriebliche Minderungsmaßnahmen sowie die sachgerechte Entsorgung von Alt-Arzneimitteln über den Hausmüll oder die Apotheke. Während der Eintrag von Industriechemikalien und Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer über Emissionsgrenzwerte oder Vorgaben zum Stand der Technik reduziert werden kann, ist dies für Stoffe aus dem häuslichen Umfeld nur bedingt möglich. Diese Stoffe gelangen zumeist nach ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch über das Abwasser in die kommunalen Kläranlagen. Der Ausbau von Kläranlagen stellt daher neben Maßnahmen zur Vermeidung und Vor-Ort-Behandlung bei Indirekteinleitern eine Möglichkeit zur Reduzierung des Eintrags von Spurenstoffen in die Gewässer dar.

Bislang existieren für diese Spurenstoffe jedoch keine gesetzlichen Grenzwerte. Die beiden Hormone 17 β -Estradiol (E2) und 17 α -Ethinylestradiol (EE2) und das Analgetikum Diclofenac wurden im September 2013 erstmalig einer Überwachungsliste („watch-list“) zugeordnet, mit der „Überwachungsdaten zur Vereinfachung der Festlegung geeigneter Maßnahmen gegen die Risiken der betreffenden Stoffe“ [RL 2013/39/EU] gesammelt werden sollen. 2015 und 2018 erfolgten Erweiterungen und Anpassungen der „watch-list“ [EU 2015/495, EU 2018/840]. Da für Diclofenac genügend Informationen vorliegen, ist dieses nun nicht mehr auf der Beobachtungsliste aufgeführt und es steht die Entscheidung an, ob diese Substanz auf die Liste der prioritären Substanzen aufgenommen werden wird. Für Hormone besteht noch Verbesserungsbedarf bei den analytischen Methoden. Hier wird die Kombination

von instrumenteller und wirkungsbezogener Analytik zukünftig immer wichtiger.

In verschiedenen Projekten mit Beteiligung des IUTA haben sich für die Spurenstoffelimination auf Kläranlagen Behandlungsverfahren mit Ozon oder Aktivkohle als geeignet erwiesen. Die technische Realisierbarkeit und ein stabiler Dauerbetrieb dieser Verfahren wurden an mehreren Standorten im großtechnischen Maßstab nachgewiesen.

Während in der Schweiz die Spurenstoffelimination auf ausgewählten Kläranlagen eingeführt wird, wird das Thema in Deutschland kontrovers diskutiert. In Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen wurden aber bereits einige Kläranlagen unterschiedlicher Größenordnung um eine Stufe zur Spurenstoffelimination erweitert.

Assessment of Advanced Photocatalytic Oxidation process for Micropollutant Elimination in Municipal and Industrial Waste Water Treatment Plants „AOPTi“

Im Rahmen des Forschungsprojektes „AOPTi“ erfolgte die Entwicklung eines nachgeschalteten Kombinationsverfahrens zur Elimination von Spurenstoffen in Kläranlagen. Die dafür angewendete photokatalytische Ozon-UV-Technologie verspricht einen weitergehenden Abbau von Schadstoffen. Es wurden Abwässer mit hohem Anteil an Kulturmedien, Textilabwasser, Krankenhausabwasser sowie der Kläranlagen Esneux und Duisburg-Vierlinden mit einer Kombination aus Ozonung und Photokatalyse und anschließender biologisch aktivierten Aktivkohleadsorption (BAC) mit mittleren Eliminationsraten > 80 % behandelt. Das Projektkonsortium besteht aus Celabor, der Universität Liege und dem IUTA.



Abb. 3-12: Für den mobilen Einsatz wurde die AOP-Versuchsanlage in einen Container integriert

Danksagung:

Das IGF-Projekt wurde unter dem Aktenzeichen Nr. 202 EN im Rahmen des Cornet-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

PharmaMonitor und weitere Dienstleistungen

Die unter der Marke PharmaMonitor (www.pharma-monitor.de) zusammengefassten Aktivitäten zum Nachweis von Zytostatika-Kontaminationen im Gesundheitsbereich und der Pharmaindustrie mittels Wischproben wurden weiter ausgebaut. Marketing und Vertrieb der Sets erfolgen durch den Kooperationspartner Berner International GmbH aus Elmshorn (www.berner-international.de). Analytik und Beratung zu Arbeitsschutzfragestellungen und der Minderung von Kontaminationen in Apotheken, Ambulanzen, Kliniken und in der Pharmaindustrie liegen beim IUTA.

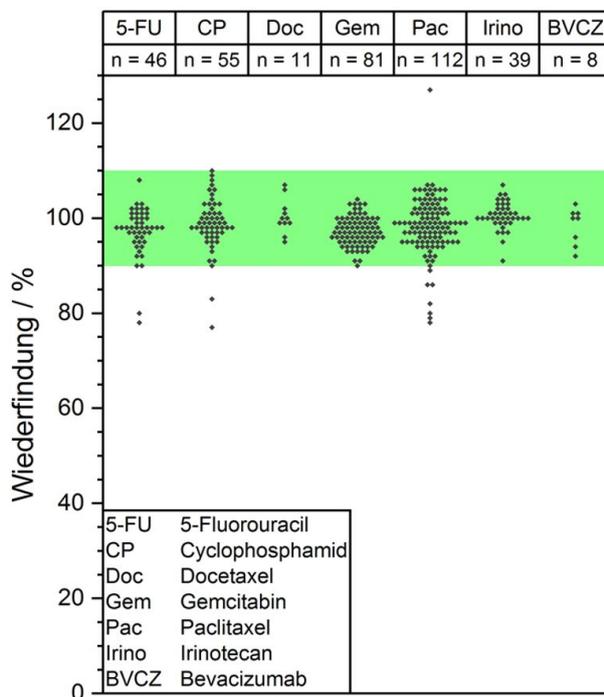


Abb. 3-13: Untersuchungsergebnisse zum Wirkstoffgehalt (angegeben ist die ermittelte prozentuale Wiederfindungsrate vom Sollwert) von 352 Zubereitungen aus 116 Apotheken

Zusätzlich zum Umgebungsmonitoring bietet das IUTA seit 2 Jahren auch die Qualitätskontrolle von Applikationslösungen an. Dies erfolgt häufig bei nicht applizierten Rückläufern aber auch zur Prozessvalidierung und für parallele Untersuchungen zu behördlichen Messungen. Beispielhaft für diese Aktivitäten seien Ergebnisse von Untersuchungen zur Qualität von Apotheken-Zubereitungen gezeigt. Hier liegen

96,2 % der Zubereitungen innerhalb des sehr strengen Qualitätskriteriums von 90 bis 110 % (Abb. 3-13).

Ab 2020 sind auch Untersuchungen auf Rituximab und Trastuzumab sowie die Identitätskontrolle von monoklonalen Antikörpern unter akkreditierten Bedingungen möglich. Der Aufbau dieses Dienstleistungsangebotes erfolgt gemeinsam mit der Omnicare GmbH.

Ergänzend zur Prüfung und Zertifizierung von persönlicher Schutzausrüstung (Handschuhe, Kittel etc.) bei benannten Stellen (sog. Notified Body) bietet das IUTA Permeationsuntersuchungen im Rahmen der Eigenkontrolle (Produktüberprüfung, Qualitätssicherung, Erweiterung der Prüfung auf hochwirksame Substanzen, wie z. B. Zytostatika) und Neuentwicklung von Produkten entsprechend DIN EN 374-3 und DIN EN ISO 6529:2011-07 („Permeationszelle“) sowie EN ISO 6530:2005-05 („Dachrinneentest“) an. Im Bereich Medizinprodukte erfolgen häufig Adsorptions- und Materialverträglichkeitsuntersuchungen sowie der Test von geschlossenen Systemen für die Zubereitung von Zytostatika (Closed System Drug-Transfer Device, CSTD) und automatisierten Zubereitungssystemen.

Produktionsbegleitende Arbeitsplatzmessungen auf hochwirksame Substanzen (Luftmessungen und Biomonitoring) in der Pharmaindustrie werden ebenso wie Methodenentwicklungen und Sonderuntersuchungen vom IUTA direkt angeboten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Unterstützung von Kunden bei der Auditierung und Zertifizierung. Hierzu erfolgen umfangreiche Revalidierungsuntersuchungen zu Probenahme, Lagerung, Versand und Analytik nach SMEPAC (Standardized Measurement of Equipment Particulate Containment). In dieser unter dem Namen SMEPAC bekannten, von der ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering) allerdings unter dem Namen „Assessing the Particulate Containment Performance of Pharmaceutical Equipment (APCPPE) – A Guide“ veröffentlicht-

ten Richtlinie werden Testprozesse und -parameter zur Beurteilung und Überwachung von Containment-Prozessen zur Produktion von OEB-3- bis OEB-6-Substanzen (OEB = Occupational Exposure Band) festgelegt. Ab OEB 4 ist die Produktion in geschlossenen Systemen und ab OEB 5 mittels Isolator-Technik vorgeschrieben. Der Luftgrenzwert liegt bei diesen Substanzen bei $1 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei OEB 5 liegt er unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wodurch der Einsatz von besonders empfindlichen HPLC-MS/MS- und HPLC-ICP-MS-Analysenmethoden notwendig wird.

Innovative Entwicklung einer Walzenpresse zur Einhaltung der durch OEB 3 und 4 vorgegebenen Arbeitsplatzgrenzwerte

Ziel der Partner Alexanderwerk GmbH und IUTA war die technische Weiterentwicklung von Anlagen zur Verarbeitung von Wirkstoffkombinationen und die damit verbundene Anlagenqualifizierung für Substanzen der OEB-Klassen (Occupational Exposure Band) 3 und 4. Neben der Anlagenqualifizierung mit Laktose wurden sowohl unterschiedliche Ersatzstoffe als auch optische Messtechniken auf deren Eignung für OEB-Prüfungen evaluiert. Zur Anlagenqualifizierung steht mit Sucrose ein gleichwertiger Surrogatstoff für Prüfungen zur Verfügung.

Im Fokus der Arbeiten stand zunächst eine grundlegende Charakterisierung der einzelnen Anlagenkomponenten, wie Einfüllbereich mit Haube, die Förderschnecke, der Übergang in die Walze, die Doppelwalze, die Walzenabdeckung, die Rotorfeingranulatoren sowie Abdeckung und Abfüllung. Im Projektverlauf wurde die Walzenpresse baulich weiterentwickelt. Daneben wurden Konzepte wie ein mobiler Prüfraum zur Verhinderung von falsch-positiven Messwerten aus der Anlagenumgebung entwickelt, sodass nun auch Anlagenqualifizierungen außerhalb von Reinraumbedingungen mit hohen Hintergrundbelastungen möglich sind.



Abb. 3-14: Mobiler Prüfraum zur Anlagenqualifizierung nach OEB 3 – 4 mit Anpassung an die Maschinengeometrie und zwei Handschuhen zum Eingreifen in den Prüfraum während der Messung

Die neu konstruierten Teillösungen wurden iterativ an unterschiedlichen Maschinenvarianten der WP 120 und WP 200 als auch einer Isolatorlösung untersucht. Die Erprobung der neuen Messverfahren erfolgte sowohl im Labor, in separaten Prüfräumen als auch beim Projektpartner Alexanderwerk am Beispiel einer umgebauten WP 200 mit Wash-in-Place-System. Hierbei wurde insbesondere darauf geachtet, dass möglichst wenig Staub an der neu konstruierten und in das Maschinengehäuse integrierten Frontplatte austritt. Die Validierungsmessungen zeigten in einer Dreifachmessung die erfolgreiche Projektumsetzung. Bei einer Hintergrundbelastung zwischen 180 und $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ konnte die Anlage mit dem mobilen Prüfraum erfolgreich für OEB 4 qualifiziert und somit das Forschungsvorhaben erfolgreich abgeschlossen werden.

Danksagung:

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) – Fördermodul Kooperationsprojekte – vom Bundesministe-

rium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Untersuchung von Umweltproben

Die in Projekten entwickelten und erprobten Analyseverfahren zur Bestimmung einer Vielzahl von Spurenstoffen werden zunehmend auch im Rahmen von gewerblichen Aufträgen von nationalen und internationalen Kunden angefragt. Schwerpunkt ist die Target-Analytik mittels GC-MS/MS und LC-MS/MS. Darüber hinaus werden Suspect-Target- und Non-Target-Screeningverfahren mittels GC-MS, LC-MSⁿ sowie hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) durchgeführt.

Die stetige Erweiterung und Verbesserung der Analysenmethoden und -techniken erfasst auch die Analyse der zunehmenden Anzahl umweltrelevanter Stoffe. Damit ist eine umfassende Untersuchung und Bewertung von wässrigen Proben, wie Oberflächengewässern, Abwässern sowie Klärschlämmen, Bodenproben und Wirtschaftsdüngern möglich.

Neben der Anwendung bereits bestehender Messmethoden gehören auch individuelle Lösungen für spezielle analytische Fragestellungen zu den Kernkompetenzen dieses Bereiches.

Screening-Verfahren

Ziel des Teams „Screening-Verfahren“ ist es, schnell eine qualitative Aussage über die Anwesenheit von Substanzen in einer Umweltsprobe geben zu können. Durch den Einsatz von massenspektrometrischen Detektoren ist eine Identifikation von Stoffen in einer Probe möglich, ohne gezielt nach bekannten Stoffen

zu suchen. Als Grundlage bei der Gaschromatografie können sehr gut etablierte Datenbanken (z. B. NIST14, FFNSC 3) zum Abgleich verwendet werden. Bei der Flüssigkeitschromatografie gibt es erste ähnliche Ansätze, Datenbanken im Umweltbereich zu etablieren (z. B. ForIdent). Durch Kooperationen mit entsprechenden Institutionen ist dieser Bereich an der stetigen Weiterentwicklung und dem Ausbau von Datenbanken beteiligt.

Neben der Bearbeitung direkter analytischer Fragestellungen befasst sich das Team intensiv mit Fragestellungen der Datenauswertung (Chemometrie), um Datensätze aus einem sogenannten Non-Target-Screening mittels hochauflösender Massenspektrometrie (HRMS) zielgerichtet auswerten und Fragen nach relevanten unbekanntem Stoffen beantworten zu können. Durch die Menge an Informationen, welche durch ein Screening mittels HRMS erhalten werden, ist es notwendig, Filteralgorithmen zu entwickeln und softwarebasierte Lösungen zu etablieren. Nur dadurch ist zukünftig eine effiziente Identifikation von unbekanntem Substanzen möglich. Ziel ist es, diese Algorithmen in Zusammenarbeit mit IT-Firmen in ein bedienerfreundliches Softwaretool, das flexibel auch für andere Fragestellungen eingesetzt werden kann, zu überführen. Diese Arbeiten sind wesentlicher Bestandteil des Projektes FutureLab NRW, das im Abschnitt 3.8 *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* näher vorgestellt wird.

Diese Methoden wurden z. B. bereits bei der erweiterten Abwasserbehandlung eingesetzt, um unbekanntem Oxidationsprodukte, die durch eine Ozonung entstehen, erfassen zu können.

Auch im Bereich der Mikroplastikanalytik werden Screening-Verfahren mittels Pyrolyse-GC-MS eingesetzt, um die Anwesenheit von verschiedenen Plastikarten zu bestätigen. Hervorzuheben ist dabei der Einsatz eines TED-GC-MS-Systems, das neben der Bestimmung der Kunststoffart sogar eine Quantifizierung erlaubt.

Derzeit arbeitet das Team daran, das Portfolio der analytischen Trenn- und Kopplungstechniken im Bereich GC und HPLC zu erweitern. Gerade bei der effektbasierten Analytik stellt sich oft die Frage nach Einzelstoffen, welche einen Effekt auslösen. Durch Vorarbeiten ist bekannt, dass nicht alle relevanten Stoffe mittels LC-HRMS, sondern ausschließlich mittels GC analysierbar sind. Vor diesem Hintergrund wird eine automatisierte LC-GC-Kopplung anvisiert, um das analytische Fenster im Bereich non-Target-Screening zu erweitern.

Qualitätsmanagement und Akkreditierung

Organisatorisch arbeitet der Bereich bei FuE-Projekten und der Dienstleistungsanalytik sehr eng mit den beiden *Forschungsanalytik*-Bereichen zusammen und betreibt ein gemeinsames Qualitätsmanagementsystem. Nach der Erstakkreditierung 2015 wurde das gemeinsame Labor *Forschungsanalytik / Umwelt-*

hygiene & Spurenstoffe (FA/UHS) 2019 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) auditiert und hat am 31.10.2019 die Akkreditierungsurkunde nach der neuen DIN EN ISO/IEC 17025:2018 erhalten. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 aufgeführten Umfang.

Einen Schwerpunkt stellt die instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik von Abwässern und Fließgewässern dar. Im Bereich pharmazeutische Rohstoffe bietet das IUTA Untersuchungen von Wischproben und Luftproben entsprechend SMEPAC (Standardized Measurement of Equipment Particulate Airborne Concentration) bereits seit 2015 an. Neu hinzugekommen sind nun Identitäts- und Gehaltsbestimmungen von Zytostatika und monoklonalen Antikörpern in flüssigen Arzneiformen und Arzneimittelzubereitungen. Ebenfalls neu hinzugekommen sind die Untersuchungen auf Elemente und Quecksilber in Brenn- und Reststoffen.



Abb. 3-15: Thermoextraktion-Desorption-Gaschromatografie-Massenspektrometrie (TED-GC-MS) zur Bestimmung von Mikroplastik

Ausstattung des Bereichs Umwelthygiene & Spurenstoffe

Probenvorbereitung

- Gilson GX 821 Probenvorbereitungsroboter
- SPE-Einheiten zur manuellen Probenanreicherung mittels Kartuschen und Disks
- Dionex ASE200
- Gefriertrocknung beta 1-16 LDG 2-m (Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH)

Messsysteme

- Shimadzu Prominence LC-20 mit AB Sciex Q TRAP 3200
- Eksigent Express LC-ultra/Agilent 1260 HPLC mit AB Sciex Q TRAP 6500
- AB Sciex M5 μ LC/Axel Semrau online SPE mit AB Sciex Q TRAP 6500+
- Agilent 1260 Bio-Inert HPLC mit Agilent IMS-QTOF 6560 HRMS
- Thermo ISQ GC-MS und Agilent 6890N GC-MS
- Gerstel TED-GC-MS
- Shimadzu QP 2020 GC-MS und TQ 8040 GC-MS/MS

Oxidative Versuche in Labor- und Pilotmaßstab

- Anseros COM-AD-01 Ozongenerator (Labormaßstab)
- Wedeco Ozongenerator (Pilotmaßstab)
- Hg-LP UV-Anlage TNN 15/32, Heraeus (Labormaßstab)
- Hg-LP UV-Anlage XLR 10/IQ, Wedeco (Pilotmaßstab)
- Hg-MP UV-Strahler IBL-UV-2KW, IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH (Pilotmaßstab)
- UV-Durchflussanlage IBL uviblox® WTP 2 × 4

Hydrothermale Karbonisierung

- HTC-Reaktor (Büchi Glas)

S1-Labor

- Labor zur Durchführung wirkungsbezogener Analytik mit den Schwerpunkten horminelle Effekte und Neurotoxizität
- Camag ATS4, AMD 2 und Scanner 3 für HPTLC

Permeationsprüfstände und Untersuchungen von Medizinprodukten

- Permeationszelle
- Dachrinentest, Falltest
- Materialverträglichkeits- und Adsorptionsstudien
- Überprüfung von geschlossenen Systemen für die Zytostatikaherstellung

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung

Im Bereich *Gasprozesstechnik & Energiewandlung* bearbeitet ein Team aus wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern FuE-Projekte in der absorptiven/adsorptiven/katalytischen Gasaufbereitung und der adsorptiven/reaktiven Gas- und Energiespeicherung.

Im Berichtszeitraum 2019 konnten drei FuE-Vorhaben abgeschlossen werden. Im Projekt „TherMemPlus“ wurde ein effizientes Verfahren zur Trocknung von Kohlendioxid-Wasserdampf-Mischungen entwickelt, welche in Amingaswäschen vorliegen, die bei der Aufbereitung von Biogas zur Abtrennung von CO₂ eingesetzt werden. Wasserdampf wird in diesem Prozess als Wärmeträger verwendet, um das umlaufende Waschmittel, meist wässrige Aminlösungen, durch thermische Desorption des CO₂ zu regenerieren. Zur Begrenzung der Wasserverluste werden das CO₂ und das Wasserdampf enthaltende „Off-Gas“ kondensiert, wobei Wärme verloren geht. Im Rahmen des Projektes wurde ein innovativer Trennprozess untersucht, der auf speziellen keramischen Membranen beruht, die beim Projektpartner LIKAT in Rostock gefertigt wurden. Mit diesen ist es möglich, das Wasser bei Temperaturen um 100 °C nahezu ohne Wärmeverluste zu separieren. Es konnte gezeigt werden, dass die thermische Effizienz der eingesetzten Aminwäschen hierdurch deutlich gesteigert werden kann.

Ebenfalls abgeschlossen wurde das im Jahr 2016 begonnene und in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI) und dem Aachener Unternehmen FCPower GmbH durchgeführte Vorhaben HyKoHTPEM. In dem vom Land NRW geförderten Projekt, kofinanziert mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung, wurde die thermische und stoffliche Kopplung eines HT-PEM-Brennstoffzellensystems mit einem Metallhydrid-Wasserstoffspeicher realisiert. Im

Projektverlauf wurden die Kernkomponenten H₂-Speicher (IUTA), H₂-Speichermaterial (MPI) und HT-PEM-Brennstoffzelle (FCPower GmbH) weiterentwickelt. Das daraus zusammengestellte System hat die Testläufe bestanden und die Erwartungen erfüllt.

Erfolgreich im Versuchsbetrieb getestet wurde auch ein katalytisch aktiver Wärmeübertrager zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere von Gießereien. Der neuartige Reaktortyp wurde als Rohrbündelwärmeübertrager konzipiert, wobei die Beschichtung der Rohre mit katalytisch aktivem Palladium – im Gegensatz zu geläufigen Katalysatorsystemen – an deren Außenoberflächen erfolgt.

Ein in 2019 begonnenes Forschungsvorhaben behandelt die Entwicklung und den Demonstrationsbetrieb eines magnesiumhydridbasierten Wärmespeichersystems für Hochtemperaturanwendungen, das eine signifikant höhere Speicherdichte als konventionelle Speichersysteme aufweist. Wärmespeicher sind für den Ausgleich fluktuierender Energiemengen notwendig und können auch bei der Rückverstromung von solarer Wärme oder industrieller Abwärme eingesetzt werden. Weiterhin können sie als Power-to-Heat-Speicher betrieben werden, die bei zukünftig weiter steigendem Anteil regenerativer Energie einen wesentlichen Beitrag zur Flexibilisierung des Stromnetzes leisten können.

Weitergeführt wurden die Forschungsarbeiten an einem Projekt zur Entwicklung eines Hochtemperatur-Wärmespeichers im Labormaßstab, bei dem die thermochemische Speicherung auf der Zersetzung des Speichermaterials Mg₂FeH₆ in seine Elemente beruht:



Das im Jahr 2017 begonnene Vorhaben hat zum Ziel, die im Rahmen des Vorläuferpro-

jekts identifizierten Probleme und Schwachstellen an der entwickelten Versuchsanlage zu beheben und das Betriebsverhalten im Langzeitbetrieb zu testen. Modifikationen wurden insbesondere am Kreislaufsystem der Salzschnmelze vorgenommen. Hier erfolgte der Austausch der ursprünglich eingesetzten Kolben-Salzschnmelzpumpe gegen eine Membranpumpe, die Installation eines größeren Salzschnmelz-Vorratsbehälters sowie die Verbesserung der Kühlstrecke, die der Wärmeabfuhr bei der Entladung des Wärmespeichers dient. Nach Abschluss dieser Umbauarbeiten wird der Abschluss der Versuche und des Demonstrationsbetriebs für 2020 erwartet.

Aus der langjährigen, erfolgreichen Zusammenarbeit mit dem Mülheimer Max-Planck-Institut resultiert ein neues Forschungsprojekt mit dem Titel „Wasserstoffabtrennung aus Erdgas-/Wasserstoffgemischen durch Metallhydride“. Im Zuge der Energiewende erfolgt eine schrittweise Umstellung auf regenerative Energien. Photovoltaik und Windkraft weisen ein Verteilungsgefälle innerhalb Deutschlands und auf der kurzfristigen Zeitachse hohe Unstetigkeiten der Verfügbarkeit auf. Damit ergibt sich die Notwendigkeit der Speicherung und des Transports regenerativer Energie, wofür bei derzeit fehlenden Speichern und Engpässen im Transport ein sekundärer Energieträger eingesetzt werden könnte. Wasserstoff (H_2), erzeugt durch Elektrolyse aus Solar- und Windstrom, ist dabei eine der Optionen. Für die Speicherung und den Transport steht das Erdgasnetz zur Verfügung, in das Wasserstoff zugemischt werden kann. Prinzipiell stellt H_2 in Gasleitungen kein technisches Problem dar, allerdings gibt es Gründe, den Wasserstoff nach dessen Transport durch die Leitung wie-

der aus dem Erdgas abzutrennen, da nicht alle Erdgasanwendungen mit H_2 kompatibel sind und bestimmte Anwendungen reines H_2 benötigen. In dem Projekt wird der Ansatz verfolgt, H_2 mittels dotiertem Magnesium abzutrennen, das selektiv und reversibel H_2 unter Hydridbildung absorbiert. Die H_2 -Aufnahme erfolgt bei Temperaturen bis ca. $300\text{ }^\circ\text{C}$ und bei Drücken bis zu 10 bar in einem Reaktor als exotherme Reaktion. Zur Freisetzung des H_2 wird der Druck im Reaktor abgesenkt und Wärme für die endotherme Reaktion zugeführt. In dem Projekt werden experimentelle Untersuchungen zum Verhalten von dotiertem Magnesium (Absorptionsmaterial) gegenüber Erdgas und seinen Bestandteilen und Erdgas/ H_2 -Gemischen durchgeführt. Hierzu wird zur Demonstration eine entsprechende Laboranlage aufgebaut.

Neben den öffentlich geförderten Projekten tragen Industrieaufträge zur Auslastung des Bereiches bei. Die über viele Jahre gepflegte Kooperation mit einem in der Petrochemie tätigen Unternehmen führte zu einer Zusammenarbeit zur Entwicklung und Erprobung neuer Technologien zur Abtrennung saurer Bestandteile aus kohlenwasserstoffhaltigen Brenngasen. Hierzu erfolgt ein umfangreicher Umbau der im Technikum des IUTA betriebenen Aminwäsche, um experimentelle Untersuchungen zur Charakterisierung der Leistungsfähigkeit des neuen Wäschersystems durchführen zu können.

Fortgesetzt wurde auch die wissenschaftliche Begleitung eines Industrieprojekts für eine großtechnische Thermolyseanlage zur Umsetzung von Kunststoffabfällen zu flüssigen Kohlenwasserstoffen. Für 2020 ist die Aufnahme des Dauerbetriebs vorgesehen.

Entwicklung eines neuartigen katalytisch aktiven Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien

Konventionelle Abluftkatalysatorsysteme zur oxidativen Behandlung von lösemittelhaltigen Abluftströmen sind meist als Platten- oder Röhrenwärmeübertrager mit katalytisch beschichteten Wärmeübertrageroberflächen aufgebaut. Nachteilig ist, dass bei herkömmlichen Industriekatalysatoren dem Katalysereaktor eine Vorheizung und ein Wärmeübertrager vorzuschalten ist, um das zu behandelnde Abgas auf die für das Katalysatorsystem notwendige Betriebstemperatur zu bringen. Der hierfür benötigte Zeit- und Energieaufwand führt vor allem bei diskontinuierlich betriebenen katalytischen Nachverbrennungsanlagen zu geminderten Wirkungsgraden, da insbesondere während des Anfahrens die Katalyse wegen der zu geringen Abgastemperaturen eingeschränkt ist. Ein weiterer Nachteil gängiger Abluft-Katalysatorsysteme ist, dass diese sich meist nur für partikelarme Abluftmedien eignen, da die katalytisch aktiven Oberflächen

schwer zugänglich und somit schlecht zu reinigen sind.

Ziel des im Jahr 2019 abgeschlossenen IGF-Projekts, das in Kooperation mit dem Forschungsinstitut für Edelmetalle & Metallchemie (fem) durchgeführt wurde, war es, einen Reaktor zur katalytischen Oxidation von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Kohlenmonoxid (CO) bzw. von lösemittelhaltigen Abluftströmen aus KMU-Betrieben zu entwickeln, der sich durch eine effektive und energieeinsparende interne Wärmeübertragung auszeichnet, einen diskontinuierlichen Betrieb ohne vorgeschaltete Wärmeübertrager ermöglicht und dabei eine kompakte und wartungsfreundliche Bauform aufweist.

Der neuartige Reaktortyp wurde als Rohrbündelwärmeübertrager konzipiert, wobei die Beschichtung der Rohre mit katalytisch aktivem Palladium im Gegensatz zu geläufigen Katalysatorsystemen an deren Außenoberflächen erfolgt. In Abb. 3-16 ist das grundlegende Reaktordesign des entwickelten katalytischen Wärmeübertragers mit neu konzipierter interner Ablufführung schematisch dargestellt.

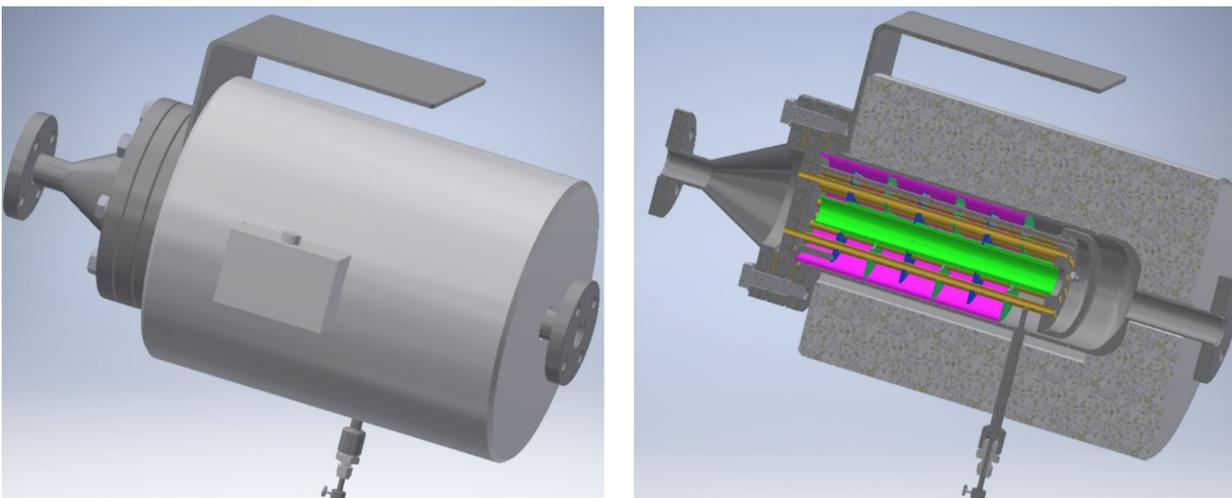


Abb. 3-16: Konstruktionszeichnung des Reaktors mit Isolation in der Außenansicht sowie im Halbschnitt

Die Kohlenwasserstoffe (KW) und Kohlenmonoxid (CO) enthaltende Abluft wird dem Katalysatorsystem durch den konusförmigen Eintrittsflansch (in Abb. 3-16 auf der linken Seite) zugeleitet und durchströmt die 16 gleichmäßig über den Umfang mit Halteblechen fixierten Rohre (Außendurchmesser 8 mm, Wandstärke 1 mm), die in Abb. 3-16 in Ockergelb dargestellt sind. An den Rohrenden strömt die zu reinigende Abluft in den Hohlraum eines dort angebrachten Klöpperbodens und wird in ein zentrales Leitrohr (grün) umgelenkt, das im Zentrum des Abschlussbleches eingelötet ist. Die Abluft strömt zurück zum Reaktorbeginn und wird am Ende des Leitrohrs in den äußeren Reaktorraum geleitet, wo sie die katalytisch beschichtete Außenseite der Rohre (ockergelb) überströmt und dabei die exotherme Oxidationsreaktion auslöst. Hierdurch erfolgt die Erwärmung der in den Rohren zuströmenden Abluft. Nach mäanderfö-

miger Umströmung der katalytisch aktiven Rohre, die durch die angebrachten Strömungsbleche (äußere Bleche in blau bzw. innere Bleche in grün) bewirkt wird, strömen die Abgase im letzten Reaktionsabschnitt außen am Klöpperboden vorbei und werden zentral aus dem Katalysatorsystem abgeleitet.

Das Detail-Engineering des Reaktorprototyps erfolgte unter Einbeziehung von begleitenden CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics, numerische Simulation). Abb. 3-17 zeigt oben die Explosionszeichnung des Abluft-Wärmeübertragers und darunter die Strömungsgeschwindigkeiten, die in Abhängigkeit des aufgegebenen Abluftvolumenstroms (3 bis 6 m³/h in Schritten von 1 m³/h) auftreten. Die Strömungsführung im Wärmeübertrager-Reaktor ist anhand der Partikelspurendarstellung in der unteren Reihe in Abb. 3-17 gut zu erkennen.

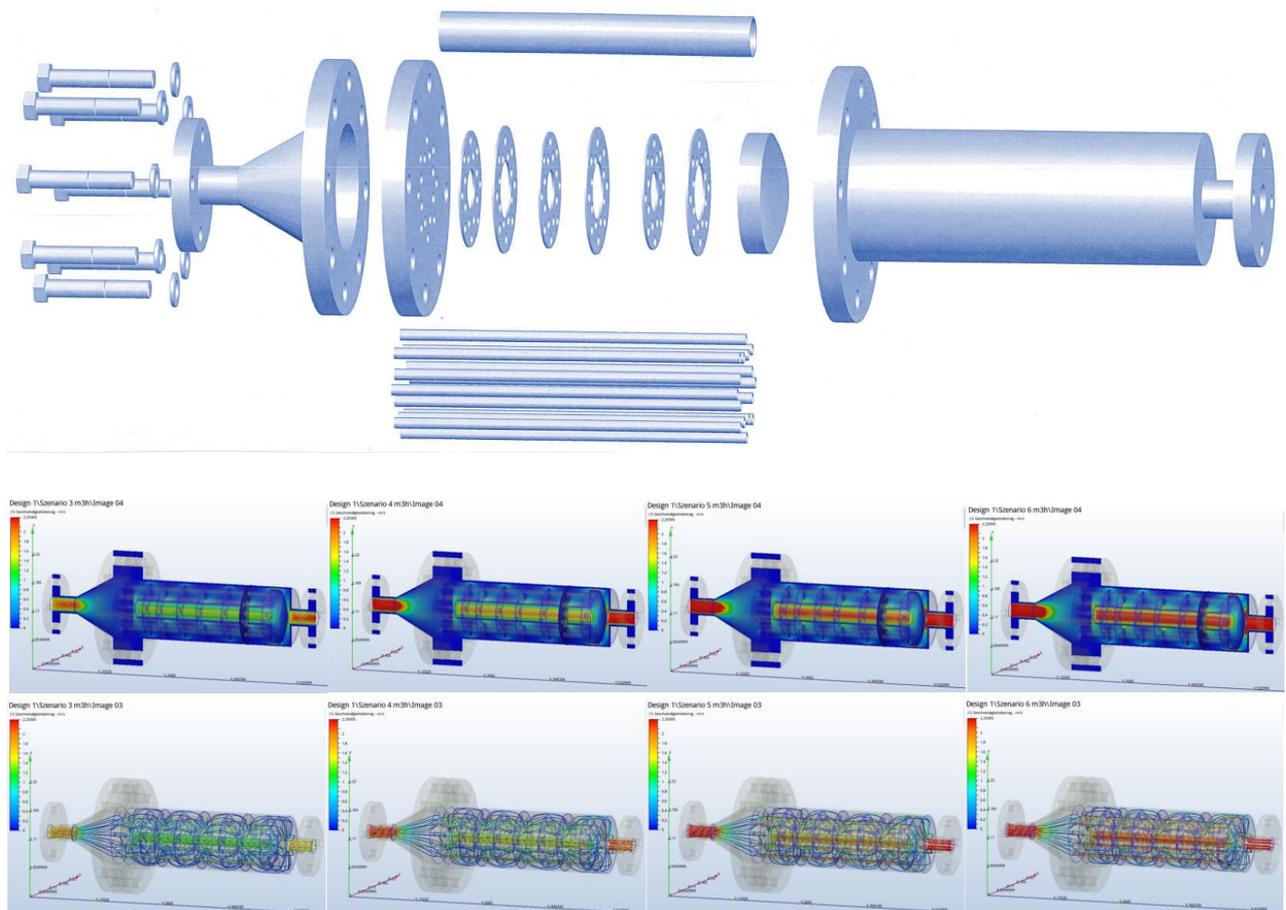


Abb. 3-17: oben: Explosionszeichnung des Reaktors; darunter: CFD-Simulationen im relevanten Volumenstrombereich

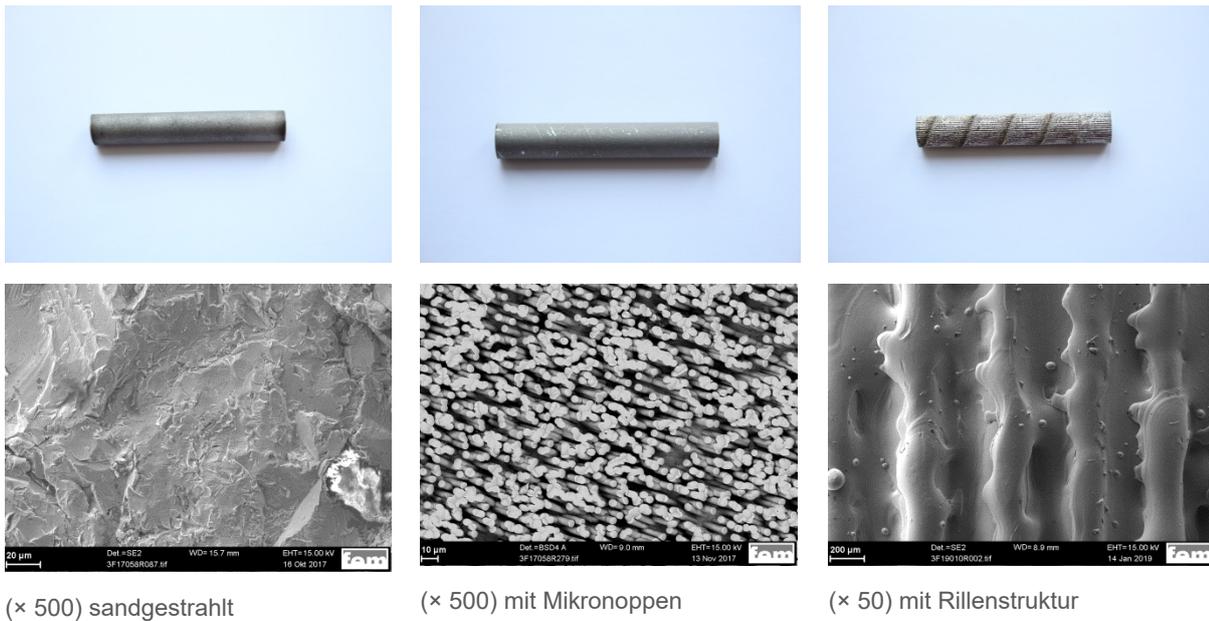


Abb. 3-18: obere Reihe: vorstrukturierte Ausgangsrohre; untere Reihe: Oberflächenmorphologie der vorstrukturierten Ausgangsrohre (REM-Aufnahmen)

Als Ausgangsmaterial für den Katalysatorträger wurden Wärmeübertragerrohre (WT-Rohre) aus Edelstahl mit einer variierenden Oberflächenstruktur der Rohraußenfläche eingesetzt (s. Abb. 3-18):

- Rohroberfläche mechanisch aufgeraut (sandgestrahlte Rohroberfläche)
- Rohroberfläche mit Mikro-Metallnoppen (mikro galvanische Beschichtung)
- Rohroberfläche mit rillenartiger Struktur (mit Elektronenstrahlprozess strukturiert)

Die Strukturierung dient der gezielten Vergrößerung der Außenoberfläche vor der galvanischen Beschichtung mit katalytisch aktivem Palladium. Darüber hinaus soll der Einfluss der Struktur auf das Strömungsverhalten (laminare/turbulente An- bzw. Umströmung der Wärmeübertragerrohre) und auf die katalytische Aktivität an der Grenzfläche Rohroberfläche/Abgasmedium in den anschließenden Technikumsversuchen untersucht werden.

Bei der Fertigung des neu entwickelten Wärmeübertrager-Reaktors wurde dieser mit drei wahlweise verwendbaren Katalysatoreinsät-

zen ausgerüstet, die jeweils aus 16 Pd-beschichteten Rohren mit den oben beschriebenen Strukturen, dem zentralen Leitrohr sowie den Strömungsblechen bestanden. Diese Katalysatoreinsätze wurden in einer im IUTA-Technikum errichteten Versuchsanlage, bestehend aus dem Wärmeübertrager-Reaktor, verschiedenen Mischvorrichtungen zur Herstellung definierter Modellgase und den Messgeräten zur Erfassung der relevanten Gasbestandteile und deren Konzentrationen getestet. Als Abgasmedien wurden verschiedene lösemittelhaltige Modellgase (z. B. Toluol, Xylol und Heptan, jeweils in Luft) hergestellt, die unter Variation der relevanten Betriebsparameter (z. B. Reaktortemperatur, Volumenstrom, Konzentration etc.) durch den Wärmeübertrager-Reaktor geleitet wurden. Die kontinuierliche Erfassung der Konzentration der eingesetzten Modellgase vor und nach dem Wärmeübertrager-Reaktor erfolgte mittels FID-Gasanalytoren (Flammenionisationsdetektoren). Diese Daten dienen zur Bestimmung des mit dem jeweilig verwendeten Katalysatoreinsatz erzielbaren Stoffumsatzes.

In den Technikumsversuchen konnte gezeigt werden, dass mit dem neuen Konzept für verschiedene Modellgase ein Stoffumsatz von 80 % bis 95 % erreicht werden kann. In Abb. 3-19 sind exemplarisch Ergebnisse für toluol- und heptanhaltiges Modellabgas dargestellt. Die beste katalytische Leistung wurde mit dem Reaktoreinsatz erzielt, in dem die Wärmeübertragerrohre mit vergleichsweise grober, rillenartiger Vorstrukturierung versehen waren. Dies weist darauf hin, dass bei diesem Reaktortyp, bei dem die katalytisch aktive Be-

schichtung an der Rohraußenoberfläche aufgebracht ist, eine für eine gute Umströmung geeignete Oberflächenstruktur wichtiger ist, als ein Höchstmaß an spezifischer Oberfläche.

Es ist zu erwarten, dass durch weitergehende Anpassung der Oberflächenstruktur der Ausgangsrohre, der Katalysatormetallbeschichtung und der Abluftführung weitere Optimierungspotenziale des neuen Konzepts gehoben werden können.

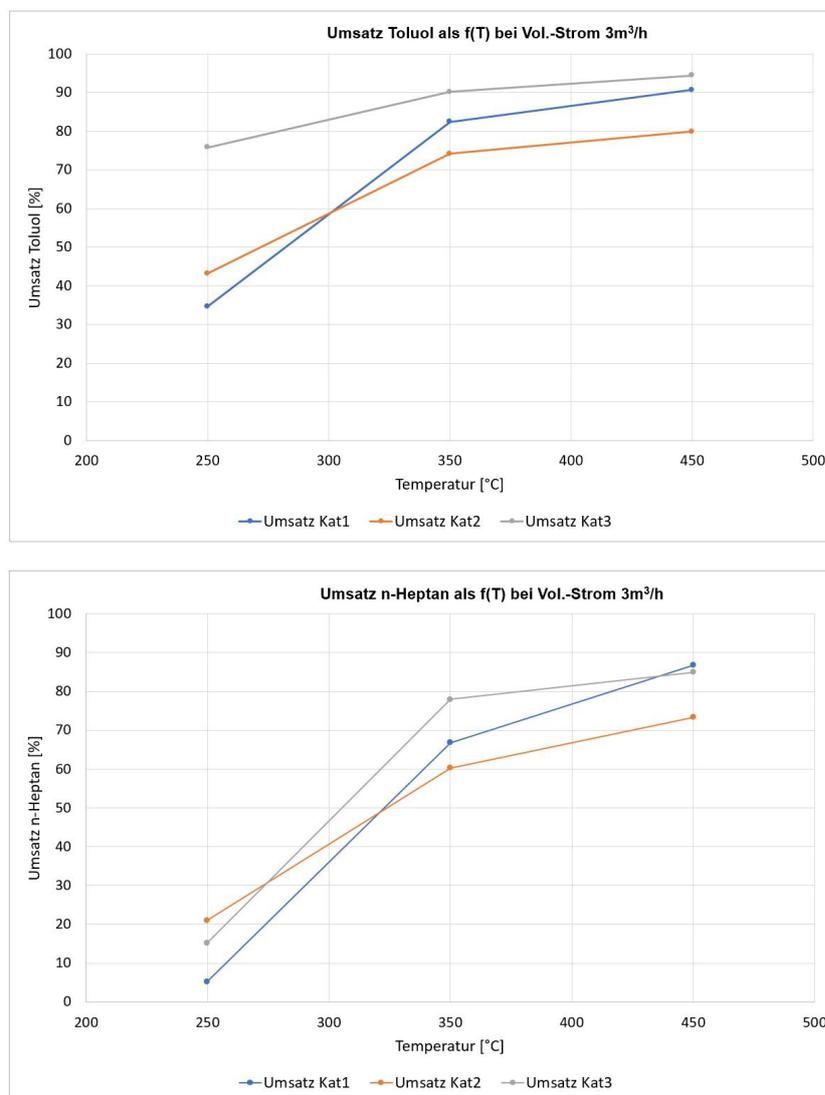


Abb. 3-19: Versuchsergebnisse zum katalytischen Abbau von Modellabgasen (Toluol bzw. Heptan) mit dem neu entwickelten Versuchsreaktor (Kat 1 = sandgestrahtes Ausgangsrohr, Kat 2 = mit Noppen und Kat 3 = mit rillenartiger Rohroberfläche)

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19350 N der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

Entwicklung und Demonstrationsbetrieb eines anwendungsnahen, wasserstoffbasierten Hochtemperatur-Wärmespeichersystems – HyHeatStore

Im Mai 2019 wurde mit einem Forschungsprojekt begonnen, in dem ein anwendungsnahes wasserstoffbasiertes Hochtemperatur-Wärmespeichersystem auf Metallhydridbasis bis zum Demonstrationsbetrieb entwickelt werden soll.

Das genutzte Prinzip der thermochemischen Speicherung von Wärme beruht auf der reversiblen Zersetzung des Speichermaterials MgH_2 in die Elemente:



Der gebildete Wasserstoff wird in einem H_2 -Druckgasspeicher zwischengespeichert. Zur Wärmefreisetzung wird er in das Mg zurückgeleitet und bildet unter Wärmeabgabe wieder MgH_2 .

Metallhydridbasierte Wärmespeicher besitzen eine signifikant höhere Speicherdichte als konventionelle Speichersysteme, nutzen Wasserstoff als Arbeitsgas und können daher auch für die Speicherung und Verteilung von Wasserstoff Verwendung finden.

Ausgehend von dem Know-how der beiden Partner IUTA und Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI, Mülheim a. d. Ruhr), die bereits ähnliche kleinere Systeme im Labormaßstab realisiert haben, wird das auf Behälter- und Apparatebau spezialisierte Unternehmen Martin Busch & Sohn GmbH (MBS, Schermbeck) in Zusammenarbeit mit dem IUTA einen 250-kWh-Wärmespeicher im Technikumsmaßstab entwickeln, der auf einem Thermoblech-Wärmeübertrager basiert.

Das wärmespeichernde Metallhydrid wird am MPI über eine Dotierung weiterentwickelt, um die Reaktionskinetik zu verbessern. Die Entwicklung des Gesamtsystems mit Wärmezufuhr und -abfuhr, die Kopplung mit einem Wasserstoffspeicher und die Integration des Systems an einem Standort mit vorhandener, geeigneter Infrastruktur (Anwenderzentrum h2herten, Herten) werden unter Federführung des Westfälischen Energieinstituts (W-HS, Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen) durchgeführt.

Im Demonstrationsbetrieb sollen das Betriebs- und Langzeitverhalten des Wärmespeichersystems untersucht und das regelungstechnische Verhalten (Dynamik) der einzelnen Funktionseinheiten und des Gesamtsystems sowie die energetischen Wirkungsgrade ermittelt werden. In Tab. 3-4 sind die vorläufigen Auslegungsdaten des Wärmespeichers aufgelistet.

Das IUTA führt zunächst experimentelle Untersuchungen durch, deren Ergebnisse für die Auslegung und Detailkonstruktion des Wärmespeichers notwendig sind. Hierzu wurde ein 150 cm langes Versuchsreaktor-Rohr mit elektrischer Beheizung (von außen) mit dem wärmespeichernden Material (Mg-Pulver) befüllt. Damit wird das Verhalten des Speichermaterials während der Wärmebeladungs- und Wärmeentladungs-Vorgänge untersucht. Indirekt erfasst wird dieses Verhalten über 21 Thermoelemente, mit welchen die Tempera-

turen innerhalb der Schüttung in verschiedenen Höhen (vertikale Temperaturverteilung) und in verschiedenen Abständen zur Rohrwandung (radiale Temperaturverteilung) gemessen werden. Mit Hilfe von H₂-Drucksensoren und einem H₂-Volumenstrommesser werden im Betrieb die Wasserstoffparameter eingestellt und registriert. Das Reaktorrohr (ohne Isolierung und ohne installierte Thermoelemente) zeigt Abb. 3-20.

Bei der Hydrierung des Speichermaterials wird Wärme freigesetzt, die Temperaturen steigen. Bei der Dehydrierung des Speichermaterials wird Wärme benötigt, die Temperaturen sinken. Die Untersuchungen mit dem Reaktorrohr dienen dazu, die Gleichmäßigkeit dieser

Vorgänge zu beurteilen. Insbesondere sollen sie zeigen, ob der Wasserstoff ungehindert durch die Schüttung diffundieren kann, ob das Speichermaterial während der Be- und Entladezyklen Volumenänderungen erfährt, wie schnell die Vorgänge ablaufen (Reaktionskinetik) und welche praktischen Speicherdichten erzielt werden.

Parallel zu den Arbeiten am IUTA wurden von der Martin Busch & Sohn GmbH erste Konstruktionsvorschläge für den Speicher erarbeitet, von der W-HS die Wasserstoffstrecke ausgelegt und vom Projektpartner MPI Untersuchungen am Speichermaterial durchgeführt. Der Wärmespeicher soll Ende 2020 am Anwenderzentrum h2herten installiert werden.

Tab. 3-4: erste Auslegungsdaten des Wärmespeichers

Reaktordesign	Thermoblech-Wärmeübertrager
Wärmespeichermaterial	Magnesium + Katalysator
Masse	ca. 400 kg
Volumen	ca. 500 l
Wärmespeicherkapazität	250 kWh
Wasserstoffdruck	max. 20 bar
Wärmeübertragermedium	Therminol VP-1 (Thermoöl)
Druck	max. 12 bar
Wärmeübertragungsleistung	ca. 50 kW
Temperatur Speicher Eintritt/Austritt	
Beladung	400°C/350°C
Entladung	350°C/400°C
Wärmequelle	Power to Heat
Wärmesenke	Umgebungsluft

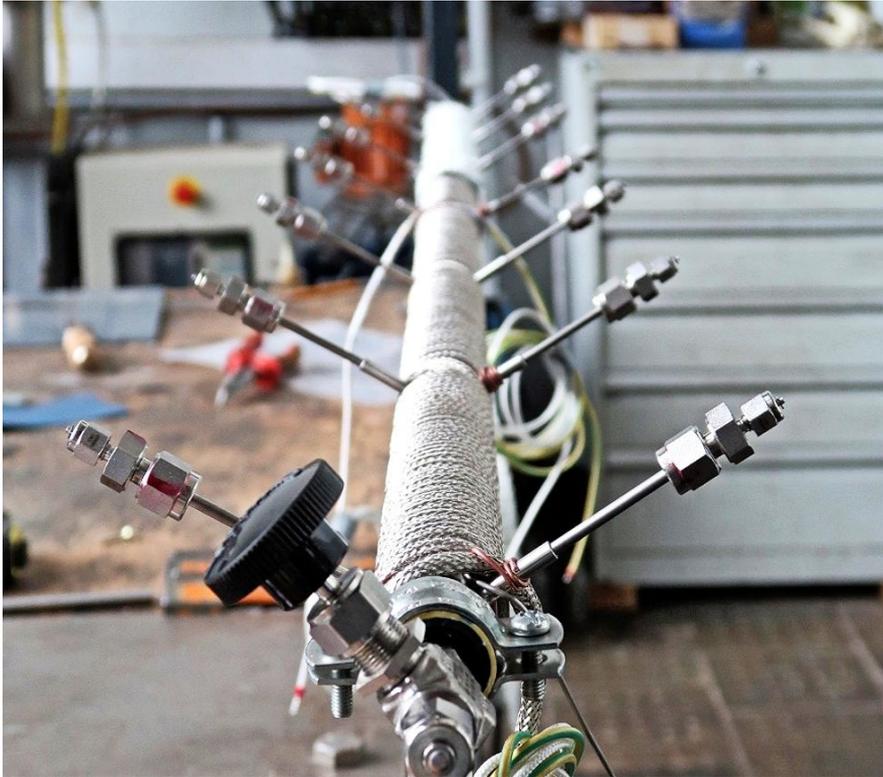


Abb. 3-20: Reaktorrohr (Länge: 150 cm) mit den Anschlüssen für Thermoelemente zur Untersuchung des Verhaltens einer hohen Schüttung des Wärmespeichermaterials

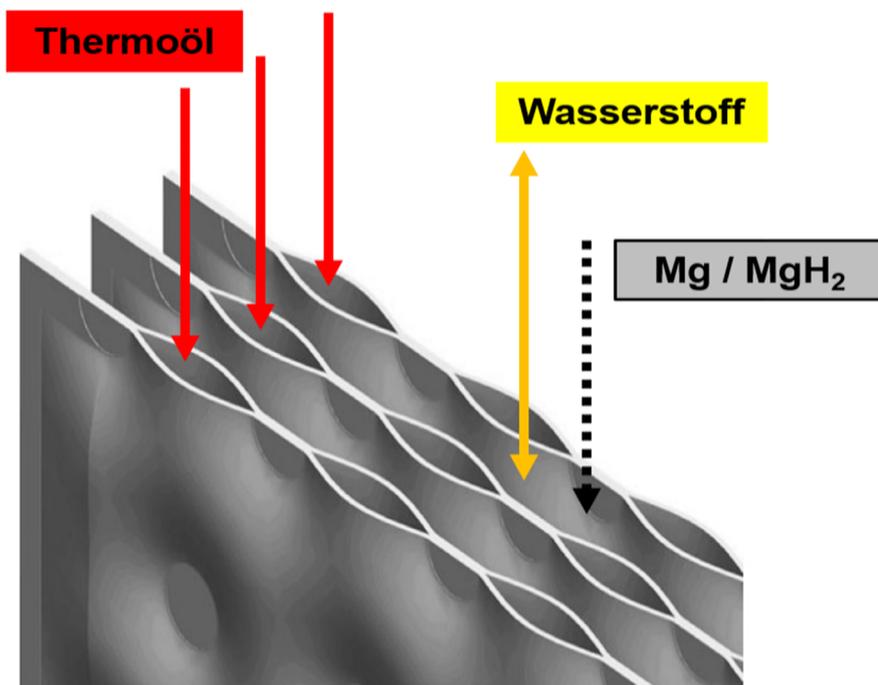


Abb. 3-21: Prinzipielle Funktionsweise des geplanten Thermoblech-Wärmeübertragers als Wärmespeicher. Das wärmespeichernde Material wird zwischen die Platten gefüllt, in den Thermoblech-Platten strömt Thermoöl als Wärmeübertragungsmedium.

Danksagung:

Das Vorhaben „Entwicklung und Demonstrationbetrieb eines anwendungsnahen, wasserstoffbasierten Hochtemperatur-Wärmespeichersystems – HyHeatStore“ wird vom Land Nordrhein-Westfalen unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für

regionale Entwicklung (EFRE) 2014 – 2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ gefördert.

Aktenzeichen (LeitmarktAgentur.NRW):

EU-2-2-017A

EFRE-Förderkennzeichen: EFRE-0801550

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



Leitmarkt
Agentur.NRW



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

2014

EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

3.5 Partikelprozesstechnik & Charakterisierung

Der Bereich *Partikelprozesstechnik & Charakterisierung* entwickelt Verfahren zur Herstellung von Nanomaterialien aus der Gasphase im Technikumsmaßstab sowie zur Abscheidung derartiger Materialien in prozessierbare Flüssigkeiten. Ein weiterer Schwerpunkt ist die physikalisch-chemische Charakterisierung der Partikel sowohl in ursprünglicher Form als auch in anderen Medien/Materialien, z. B. in Zellkulturmedien, eingebunden in Kompositen etc. Darüber hinaus befasst sich die Arbeitsgruppe mit Untersuchungen zur Partikelfreisetzung und dem Partikelverhalten, möglicher Exposition und gesundheitlichen Auswirkungen.

Um dem steigenden Bedarf an spezifischen Nanomaterialien Rechnung zu tragen, wurde vor neun Jahren eine Technikumsanlage zur Synthese hochspezifischer Nanopartikel aufgebaut und in Betrieb genommen (Abb. 3-22) und 2019 um einen weiteren Reaktor erweitert. Kernstück des Technikums sind fünf Reaktoren (3 Flammen-, Heißwand- und Plasmareaktoren) zur Synthese der Nanopartikel aus der Gasphase. Die Dimensionierung der Anlage ermöglicht – je nach Material und Eigenschaften – die Produktion von einigen hundert Gramm bis zu einigen Kilogramm pro Tag. Der Synthese-Prozess wird in der Regel bei reduziertem Druck durchgeführt. Größe und Form der synthetisierten Partikel hängen stark von den gewählten Produktionsparametern wie Druck, Konzentration und Temperatur ab. Da der Entstehungsprozess der Partikel einen großen Einfluss auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Partikel hat, erfolgt eine Online-Beobachtung des Produktionsprozesses. Schwerpunkt der Syntheseaktivitäten sind zurzeit oxidische und nicht-oxidische Halbleitermaterialien wie TiO_2 , Fe_2O_3 , SiO_2 und Silizium. Viele potenzielle Anwendungen für nanopartikuläre Materialien erfordern den Transfer des synthetisierten Pulvers in prozessierbare Flüssigkeiten. Daher werden die

Syntheseanlagen durch Waschsysteme ergänzt, mit deren Hilfe die Partikel direkt aus dem Prozessabgas gewaschen werden. Zur Herstellung von stabilen Suspensionen in Trägermedien werden die Partikel funktionalisiert, um Agglomeration zu verhindern.



Abb. 3-22: Technikums-Anlage zur Herstellung hochspezifischer Nanopartikel

Neben einer grundlegenden physikalisch-chemischen Charakterisierung (z. B. mittels Rasterelektronenmikroskopie) steht eine mögliche unerwünschte Freisetzung von Nanomaterialien entlang ihres Lebenszyklus im Fokus der Arbeiten. Hierzu wurden im Laufe der Jahre verschiedene Teststände und Methoden entwickelt, um die Art und Menge der Freisetzung zu bestimmen. Ein Beispiel ist die Freisetzung beim Schleifen: Der im Rahmen des BMBF-Projekts „nanoGEM“ entwickelte Teststand erlaubt eine standardisierte Materialbeanspruchung und wurde mittlerweile in drei (inter-)nationalen Folgeprojekten eingesetzt.

Freigesetzte Materialien können darüber hinaus bezüglich ihres möglichen Verhaltens und Verbleibs in der Umwelt (z. B. mittels Bodensäulenversuchen) sowie in enger Kooperation mit Partnern bezüglich ihrer möglichen gesundheitsschädigenden Eigenschaften untersucht werden. Eine derartige Erfassung und Beurteilung ist sowohl für Nanomaterialien als auch für Umweltpartikel (PM_x) in der Außen- und Innenraumluft durchführbar.

Entwicklung katalytisch aktiver Materialien auf Ceroxid- und Zirkoniumoxid-Basis für die Anwendung in Festoxid-Brennstoffzellen (KatCe) – IGF-Projekt 19976 N

Die Katalyse spielt eine entscheidende Rolle für die Nachhaltigkeit und die Effizienz technischer Prozesse. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung und Herstellung optimierter katalytischer Materialien der nächsten Generation. Dafür sind Mischphasenmaterialien vielversprechende Kandidaten.

Hierzu wurden $Ce_xZr_{x-1}O_2$ -Nanopartikel mittels Sprayflammsynthese im Technikumsmaßstab hergestellt und charakterisiert. Als optische Sonde dient Europium, mit welchem die Partikel dotiert wurden, um zusätzlich Informationen über die Struktur-Aktivitäts-Beziehung zu erhalten, denn der Weg zu verbesserten Materialien führt über ein Prozessverständnis auf molekularer Ebene.

Als Präkursor für die Herstellung hochspezifischer CeO_2 -Nanopartikel (rein/dotiert/enge Größenverteilung) fand zunächst Cerium-Nitrat in Ethanol Verwendung. Für dieses Basismaterial konnte eine Produktionsrate von 40 g/h etabliert und so ein erfolgreiches Scale-Up nachgewiesen werden. Im nächsten Schritt wurden verschiedene Europium-Dotierungskonzentrationen zwischen 0,1 at-% und 5 at-% durch die Zugabe von Europiumnitrat in die Präkursorflüssigkeit eingestellt.

Für die Synthese von Eu-dotiertem $Ce_xZr_{x-1}O_2$ wurde der Ce/Eu-Nitrat-Mischung in Ethanol

Zirkoniumoxynitrat zugesetzt, um Materialien mit Ce/Zr-Werten von 1,5 bis 9 zu erzeugen. Die Analyse der spezifischen Oberfläche ergab 40 bis 140 m^2/g für $Ce_xZr_{x-1}O_2$ bzw. 80 m^2/g für das dotierte Ceroxid. Untersuchungen mittels hochauflösender Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (HR-TEM) zeigen hochkristalline Materialien für die gesamte Synthese. Ein niedriger Zr-Gehalt führt jedoch zur Bildung großer ZrO_2 -reicher Partikel von etwa 100 nm, die von dotierten, CeO_2 -reichen Partikeln im 5-nm-Bereich bedeckt sind (Abb. 3-23). Eine Erhöhung des Zirkoniumdioxidanteils führt zur Bildung homogener Partikelagglomerate im 5-nm-Bereich, wobei die Elementaranalyse eine Atomkonzentration von Ce/Zr/Eu ergibt, wie sie in der Vorläuferkonzentration angesetzt war (Abb. 3-24).

Zusätzlich zur konventionellen Charakterisierung (z. B. Pulverdiffraktometrie (XRD)) und dem HR-TEM (STEM/(HAADF)-EDX) wurden ortsselektive zeitaufgelöste Lumineszenzmesungen bei ultraniedriger Temperatur ($T = 4$ K) unter Verwendung von Europium als optischer Sonde durchgeführt. Aus der Position der optischen Übergänge wurde die Sternteilung der Emissionspeaks sowie die Schwingungsseitenbandstruktur aufgelöst und das Vorhandensein verschiedener Eu-Spezies bestimmt. Abhängig von der Zusammensetzung der Nanopartikel und den Vorbehandlungsbedingungen wurde Europium an verschiedenen Stellen identifiziert und sehr kleine strukturelle Veränderungen beobachtet.

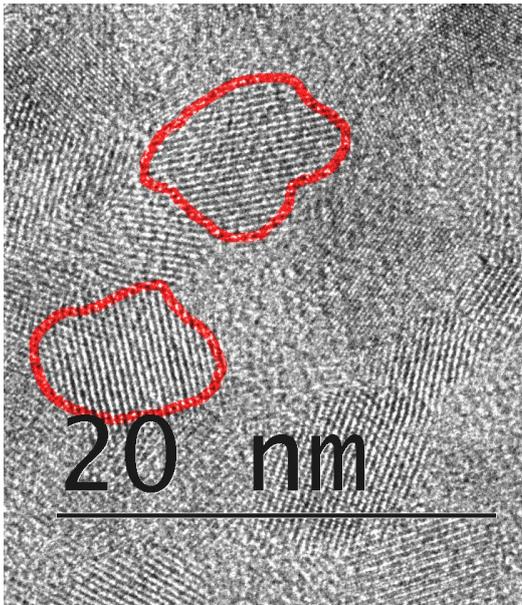


Abb. 3-23: HR-TEM-Aufnahme eines Eu-dotierten $Ce_xZr_{x-1}O_2$ -Pulvers, kristalline Primärpartikel abgrenzbar

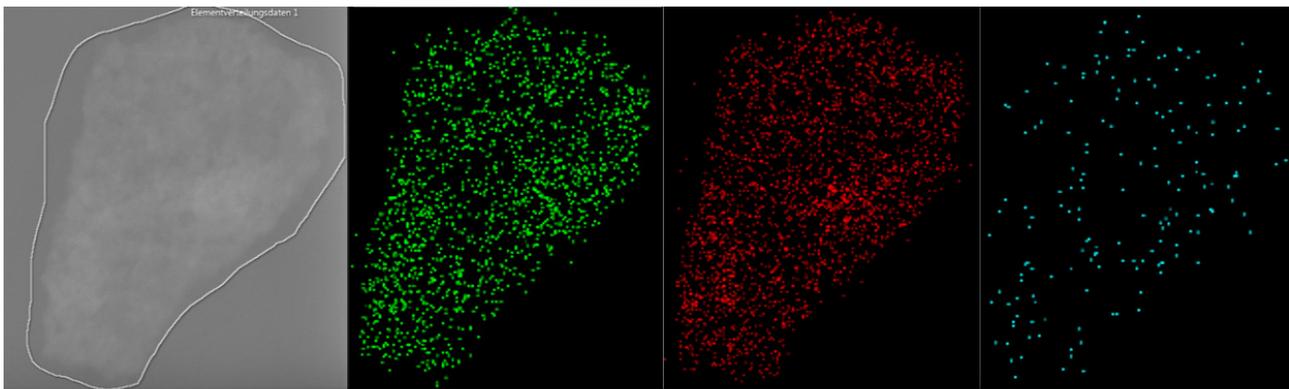


Abb. 3-24: EDX-Analyse eines Eu-dotierten $Ce_xZr_{x-1}O_2$ -Pulvers, homogene Verteilung von Zr (grün), Ce (rot) und Eu (blau)

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19976 N der Forschungsvereinigung Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Indus-

triellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung des oxidativen Potenzials von luftgetragenen Partikeln mithilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronenspin-Resonanz-Spektrometrie

Die Schadstoffbelastung der Luft ist in Deutschland seit den 1990er Jahren deutlich zurückgegangen. Dennoch kommt es nach wie vor zu Überschreitungen von Luftqualitäts-grenz- und Zielwerten. In Ballungsräumen und an Orten mit starkem Verkehrsaufkommen ist die Luft am stärksten belastet. Die Charakterisierung luftgetragener Feststoffe erfolgt in der Regel anhand von sogenannten extrinsischen Indikatoren, wie Form, Masse oder Größe. Als potenziell gefährlich für die menschliche Gesundheit gelten insbesondere kleine Partikel, die auf Grund ihrer Größe tief in die Lunge eindringen können. Allerdings ist ein Partikel nicht automatisch gesundheitsschädlich, nur weil es eine bestimmte Größe hat [1]. Für die Einschätzung der Reaktionsfreudigkeit von Partikeln werden daher intrinsische Indikatoren, wie z. B. das oxidative Potenzial (OP), eingesetzt.

Das oxidative Potenzial, die Fähigkeit von Partikeln, Komponenten ihrer Umwelt mittels chemisch-physikalischer Reaktionen zu oxidieren, gewinnt im Bereich der Toxikologie zunehmend an Bedeutung. Oxidativer Stress, ausgelöst von inhaliertem Feinstaub (PM), wurde als gefährlich für die menschliche Gesundheit identifiziert. Infolgedessen wurde das oxidative Potenzial als verbesserter Dosisindikator für Luftqualitätsmonitoring vorgeschlagen [2]. In diesem Zusammenhang spielen insbesondere metallische oder metallhaltige Partikel (z. B. Blei, Eisen) eine entscheidende Rolle, da sie in der Lage sind, beispielsweise Fenton-ähnliche Reaktionen hervorzurufen.

Hoher Arbeitsaufwand, geringe Sensitivität und häufig geringe zeitliche Auflösung traditioneller Analysetechniken für PM-induziertes OP führen zu erheblichen Verzögerungen zwischen Aerosolprobenahme und Datenverfügbarkeit. Diese Verzögerungen könnten durch ein Online-Messgerät überwunden werden.

Ziel dieses Projekts ist daher die Entwicklung eines automatisierten und kontinuierlichen Messverfahrens zur Erfassung des OPs luftgetragener Partikel. Das entwickelte Messsystem, ESR-Online, besteht aus drei Bausteinen:

- 1) der direkten Überführung der Partikel in eine Flüssigkeit mithilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS),
- 2) einer softwaregesteuerten Fließinjektion und
- 3) der ESR (Elektronenspinresonanz-Spektrometrie). Als ESR-Detektionsansätze für die Bestimmung des OPs werden DMPO (5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide) und CPH (Hydroxy-3-carboxy-2,2,5,5-Tetramethylpyrrolidine) eingesetzt.

Laborversuche haben gezeigt, dass die Sammeleffizienz des PILS von der Art des Aerosols abhängig ist. Hydrophile Feststoffpartikel weisen dabei eine höhere Sammeleffizienz auf (ca. 100 %) als beispielsweise lösliche Stoffe (ca. 84 %) oder hydrophobe Feststoffpartikel (ca. 93 %).

Im Anschluss an die Laborversuche mit Einzelkomponenten und dem Gesamtsystem (Abb. 3-25) wurde das ESR-online-Messsystem in einem Container in Mühlheim-Styrum installiert, in unmittelbarer Nähe einer Luftmessstation des LANUV. Der Vergleich von ESR-Messdaten und der vom LANUV zur Verfügung gestellten Daten hat gezeigt, dass das ESR-Signal sowohl mit der Blei-Konzentration als auch mit der Eisen-Konzentration korreliert (Abb. 3-26).



Abb. 3-25: Laboraufbau des ESR-online-Messsystems zur Bestimmung des oxidativen Potentials luftgetragener Partikel

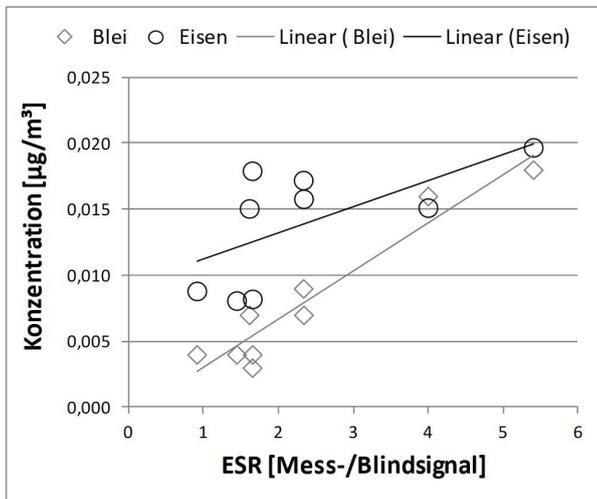


Abb. 3-26: Korrelation von ESR-Signal (CPH-Messsignal zu Blindsignal-Verhältnis) mit der Blei- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Eisen-Konzentration (Faktor: $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in PM_{10} gemessen am Standort Mülheim-Styrum

Literatur:

[1] Wiemann, M., Nanopartikel im Körper verfolgen, in: BMBF, Nanomaterialien im Alltag, 2018.

[2] Weichsenthal, S., Environ. Res., Bd. 146, 2016.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19403 N der Forschungsvereinigung Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk Mittelstand

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik

Der Bereich „*Ressourcen & Recyclingtechnik*“ befasst sich unter dem Aspekt der Kreislaufführung und Ressourcenschonung mit den zwei Anwendungsschwerpunkten Recycling von Massengütern, wie z. B. Elektro- und Elektronikgeräten und der Aufbereitung industrieller Prozess- und Abwässer.

Entsorgungszentrum

Seit fast 30 Jahren betreibt das IUTA ein zertifiziertes Entsorgungszentrum, welches als Erstbehandlungsanlage der Stiftung EAR gelistet ist. Durch das Alleinstellungsmerkmal eines eigenen Entsorgungsfachbetriebes hat das IUTA eine besondere Praxisnähe, kann Problemstellungen aus der Entsorgungsbranche aus erster Hand beurteilen und betriebsorientierte Lösungen für die industrielle Anwendung finden.

Das IUTA ist sich neben den fachlichen Aufgaben aber auch seiner sozialen Verantwortung bewusst und setzt diese in Form von Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen im Entsorgungsfachbetrieb um. Seit Mitte der 90er Jahre wurden in diesem Zusammenhang zahlreiche Projekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten durchgeführt. Aktuell realisiert das IUTA in Zusammenarbeit mit dem Jobcenter Duisburg Umweltqualifizierungsmaßnahmen. Diese bieten Möglichkeiten zur Qualifizierung und Ausbildung im Rahmen der Gemeinwohlarbeit. Die Maßnahme ist insbesondere auf körperlich beeinträchtigte Personen ausgerichtet und geht gezielt auf deren Bedürfnisse ein. Derzeit nehmen 23 Personen an diesem Programm teil. Im Programm enthalten sind intensive Schulungen zu den verschiedenen Tätigkeits- und Themenbereichen.

Kühlgeräteentsorgung

Seit über 25 Jahren befasst sich der Bereich mit der FCKW-Freisetzung, -Rückgewinnung sowie der -Analytik bei der Entsorgung von Kühlgeräten. Durch die intensive Auseinandersetzung mit der Problematik sowie der langjährigen Erfahrung ist das IUTA Ansprechpartner sowohl für Technologieentwicklungen, die Technikberatung als auch für die Prüfung und Auditierung für diese Verwertungsbranche.

2019 wurden insgesamt 20 Überprüfungen gemäß TA Luft Ziffer 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3 und 24 technische Anlagenbegutachtungen durchgeführt. Darüber hinaus gelang die Akkreditierung als WEEELABEX-Auditor für die DIN EN 50625-X.

Inbetriebnahme einer Elektrodialyseanlage

Im Bereich *Ressourcen- und Recyclingtechnik* wurde 2019 eine Elektrodialyseanlage in Betrieb genommen, um die apparativen Möglichkeiten zu erweitern. Die Anlage (Abb. 3-27) umfasst zwei Membranstapel unterschiedlicher Bauart sowie vier Vorlagebehälter und zugehörige Pumpensysteme. Ein Membranstapel lässt sich als bipolare Elektrodialyse, der andere als monopolare Elektrodialyse mit Polumkehr betreiben.

Diese Technologie soll zukünftig die Brücke zwischen beiden Themenschwerpunkten des Bereichs schlagen. Es können so zum Beispiel schwache Konzentrationen von Metallen, wie sie in vielen Prozesswässern, z. B. Galvanikabwässern vorliegen, aufkonzentriert und vom restlichen Abwasser getrennt werden. Mithilfe der bipolaren Elektrodialyse lassen sich außerdem Neutralisationsprodukte (neutrale Salzlösungen, wie z. B. Na₂SO₄-Lösungen) in ihre korrespondierenden Basen (z. B. NaOH)

und Säuren (z. B. H_2SO_4) zurückführen. So ist es in Zukunft möglich, Prozesse zur Metallaufkonzentrierung sowie zur Kreislaufführung von Prozesswässern zu untersuchen.



Abb. 3-27: Elektrodialyseanlage (Foto: Fumatech BWT GmbH)

Danksagung:

Die Investition wurde über das Förderprogramm „INNO-KOM“ durch den Projektträger EuroNorm GmbH vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Gefördert durch:



INNO-KOM

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Aufbereitungstechnologien für Photovoltaikmodule

Das sich erhöhende Aufkommen von Photovoltaikmodulen im Abfallstrom stellt zunehmend ein Problem dar, weil es bisher keine praktikablen Aufbereitungsverfahren gibt.

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojektes wurde gemeinsam mit der Firma Enviprotect Kühl- und Elektrogerätereycling GmbH ein Aufbereitungsprozess erarbeitet, der kristalline Siliziummodule und Dünnschichtmodule gemeinsam behandelt. Das Ziel dieses Forschungsprojektes war die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem alle Photovoltaikmodultypen, die in Gruppe 6 in den Entsorgungsbetrieben anfallen, ohne vorherige aufwändige Identifikation und Sortierung verarbeitet werden können. Glas, Aluminium und seltene Metalle sollten in separate Massenströme geteilt und zurückgewonnen werden. Weiterhin sollte die Verteilung der Schadstoffe beurteilt und eine Aufkonzentrierung in einen möglichst kleinen Massenstrom zur Entsorgung erzielt werden. Dies ermöglicht die Senkung nachfolgender Behandlungskosten.

Bei der Umsetzung dieses Aufbereitungsverfahrens wurden Zerkleinerungsprozesse mit verschiedenen Zerkleinerungsaggregaten (Shredder, Querstromzerspaner, Hammermühle) untersucht. Eine Abtrennung der Glaspartikel von der Plastiklaminiierung sollte erreicht werden.

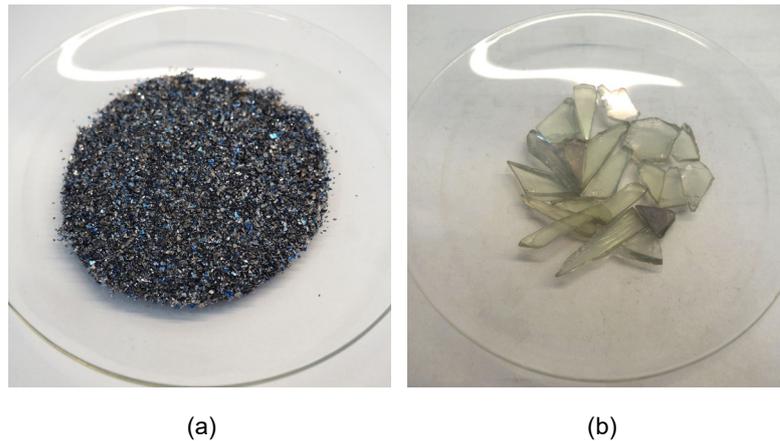


Abb. 3-28: Angereicherte Metallfraktion aus zerkleinerten Photovoltaikmodulen (a) und eine mittels Abrasion im Schwingturm erzeugte Glasfraktion (b)

Das zerkleinerte Material wurde anschließend mit einem Schwingturm weiterverarbeitet, um die seltene Metalle enthaltende Halbleiterschicht zu entfernen (Abb. 3-28). Zusätzlich wurde Glas mittels elektrostatischer Separation von der Metallfraktion getrennt, um eine mit Silizium und Silber angereicherte Fraktion zu erhalten. Die Metallkomponenten konnten in einem weiteren Prozessschritt durch Fällung und elektrochemische Trennprozesse sortenrein in marktfähiger Form zurückgewonnen werden.

Danksagung:

Das Projekt wurde unter dem Aktenzeichen AZ 33913/01-21 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.



Der Bereich plant über das Projekt hinaus Fragestellungen zum Recycling von Solarmodulen zu bearbeiten. Themenübergreifend werden Prozesse einer fortschrittlichen Metallrückge-

winnung zusammen mit notwendiger Schadstoffentfrachtung im Bereich des Elektronikschrottreyclings untersucht.

Im Anwendungsbereich *Aufbereitung industrieller Ab- und Prozesswässer* werden derzeit Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Ballastwasserbehandlung und der Bildung von Silikatbelägen auf Membranen durchgeführt.

On-Board-Kontrolle der Ballastwasserreinigung durch Messsonden auf Basis der Photoakustikspektroskopie

Zum Schutz vor Krängung ist die Aufnahme von Ballastwasser für Überseeschiffe notwendig. Dazu erfolgt abhängig von der Be- und Entladung in den Häfen eine Anpassung der Ballastwassermenge. Bei diesem Vorgang kann es zur Freisetzung von invasiven Arten kommen, wenn mit dem Ballastwasser aufgenommene Mikroorganismen in einem fremden Ökosystem abgelassen werden. Um das Ballastwasser von solchen Organismen zu reinigen, werden Überseeschiffe mit Ballastwasserbehandlungssystemen ausgestattet. Für diese Systeme hat die International Maritime Organization (IMO) Kriterien für die zulässige Anzahl lebender Organismen im Ballastwasser definiert, um eine Freisetzung von Neobionten zu vermeiden. Zur Prüfung dieser Kriterien ist eine

Kontrolle des Ballastwassers erforderlich. Zurzeit erfolgt diese Kontrolle über eine Probenahme mit anschließender Kultivierung auf Nährböden und einer Auszählung im Labor. Dieser Vorgang ist zeitaufwändig und wegen der damit verbundenen Stillstandszeiten der Schiffe für die Reedereien mit wirtschaftlichen Einbußen verbunden.

Vor diesem Hintergrund soll in diesem von der Europäischen Union sowie dem Land Nordrhein-Westfalen geförderten Projekt eine On-Board-Kontrolle der Ballastwasserbehandlung entwickelt werden. Dazu wird in einem Verbundprojekt zusammen mit den Projektpartnern Boll & Kirch Filterbau GmbH, Digitronic GmbH sowie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHU) eine Messsonde auf Basis der Photoakustikspektroskopie entwickelt. Das IUTA konzipiert und baut eine Strömungsapparatur auf, die die Einbindung des Sensors in ein bestehendes Rohrleitungssystem ermöglicht. Dabei ist entscheidend, dass die Einbindung des Sensors unter Einhaltung der IMO-Kriterien erfolgt. Anschließend wird die Eignung des Sensors unter praxisnahen Bedingungen mit unterschiedlichen Testwässern erprobt.

Danksagung:

Das Vorhaben wird durch das Land NRW unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014 – 2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ gefördert



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Membranfiltration

Seit 2012 bildet die Membranfiltration mittels Umkehrosmose (UO), Ultrafiltration (UF) und Mikrofiltration (MF) einen Schwerpunkt bei Industrieaufträgen und Studien. Das IUTA ist dabei Ansprechpartner für Fragestellungen der Membranauswahl für spezifische Abwässer, Pilotierungen und Optimierungen. Weiterhin unterstützt das IUTA Anlagenbauunternehmen, Ingenieurbüros oder Anlagenbetreiber bei der Untersuchung von Schadensfällen an Membranelementen. Durch Verblockung oder Schädigung der Membranen können Anlagen ausfälle und hohe Kosten durch Austausch der Membranmodule entstehen. Mit Hilfe von sogenannten Membranuntersuchungen, die sowohl zerstörungsfreie und zerstörende Methoden anwenden, können Beschädigungen beurteilt und Ursachenforschung betrieben werden. Dabei werden die Module äußerlich und von innen begutachtet, Beläge beprobt sowie weiterführende Untersuchungen zur Aufklärung der Membran- und Belagsstruktur durchgeführt.

Entwicklung einer Untersuchungsmethode für die Ursachenermittlung von Silikatbelägen auf Umkehrosmosemembranen mittels REM-EDX

Silikatbeläge auf Umkehrosmosemembranen sind eine häufige Ursache für den Leistungsabfall in Membranfiltrationsprozessen. Insbesondere bei der Prozesswasserherstellung in der pharmazeutischen, der Automobil- und Getränkeindustrie wurden bei der Schadensbegutachtung von Membranmodulen in über 70 % der im IUTA durchgeführten Untersuchungen Silikatbeläge als eine der Hauptursachen für Membranschäden festgestellt.

Es werden zwei prinzipielle Arten von siliziumhaltigen Belägen unterschieden. Es können partikuläres (kolloidales) Fouling und so

genanntes Silikatscaling vorliegen. Die Belagbildung wird durch die Betriebsbedingungen sowie durch die unterschiedlichen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffe im Zulaufwasser beeinflusst.

Die Bildungsmechanismen von Silikatbelägen sowie die daraus resultierenden Ausprägungsarten und Belagmorphologien sind zum aktuellen Zeitpunkt nur ungenügend untersucht. Die Herkunft der verschiedenen Beläge kann daher mit den etablierten Untersuchungsmethoden nicht ermittelt werden, sodass eine eindeutige Ursachenidentifikation sowie die Empfehlung gezielter Präventionsmaßnahmen nicht möglich ist.

Im Rahmen eines zweieinhalbjährigen Forschungsprojekts wird im IUTA eine Untersuchungsmethode entwickelt, mit der die Herkunft und die Ursachen für Silikatbeläge auf Umkehrosmosemembranen ermittelt werden sollen.

Die verschiedenen Einflüsse auf die Belagbildung, wie z. B. von Aluminiumsilikaten, gelöst vorliegenden Natrium-, Kalium- und Magnesiumionen, von Eisen und Eisenhydroxiden sowie von biologischen Wasserinhaltsstoffen werden in einer Labormembrantestanlage variiert, um unter definierten Bedingungen gezielt silikathaltige Beläge zu erzeugen.

Die Beläge werden mittels Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersiver Röntgen-

fluoreszenzanalyse untersucht und beurteilt. Das Ziel ist die Aufstellung einer Merkmalsmatrix, um damit Korrelationen zwischen festgelegten Charakterisierungsmerkmalen und definierten Betriebsbedingungen bzw. typischen Wasserinhaltsstoffen zu bilden (Abb. 3-29).



Abb. 3-29: Proben unterschiedlicher silikathaltiger Beläge

Danksagung:

Das Forschungsprojekt wird über die Projektförderung „INNO-KOM“ durch den Projektträger EuroNorm GmbH vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Gefördert durch:



INNO-KOM

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ausstattung Aufbereitungstechnikum Recycling

- 25 Arbeitsplätze für gewerblich orientierte Elektronikschrottdemontage oder phänomenologische Untersuchungen an Massengütern
- Davon 10 Arbeitsplätze für die Feinzerlegung von Elektronikschrott oder Detailuntersuchungen an Massengütern
- Sicherheitswerkbank mit Quecksilberrückhaltung, URT GmbH
- Hg-Monitor 3000, Seefelder Messtechnik
- ARP Zweiwellen-Shredder
- 2 Erdwich Einwellen-Shredder
- 1 Fritsch Schneidmühle, grob
- 2 Retsch Schneidmühlen, fein
- 1 Retsch Backenbrecher
- Metallabscheider
- Zick-Zack Windsichter
- Siebmaschinen
- 3-Zonen-Drehrohrofen bis 1.200 Grad, 950 mm (200/550/200 mm)
- drei Zonen Kunststoff-Extruder/Haake
- Elektrodialyse (Fumatech)
 - Betrieb als bipolare Elektrodialyse oder als monopolare Elektrodialyse mit Polumkehr
- Messgeräte für die Dichtigkeitsprüfungen R11 oder Cyclopentan, empfohlen nach Vollzugshilfe TA Luft:
 - ppm Messtechnik MAC 2040 R11
 - ppm Messtechnik MAC 2240 R11
 - ppm Messtechnik MAC 2040 Cyclopentan
 - Lecksuchgeräte für die Dichtigkeitsprüfungen FCKW oder KW
- Refco Startek-C Propan, Iso-Butan, Methan
- Refco Startek R11, R12, R22, R134a
- Testo 316-4 (FCKW, HFKW, FKW)
- Inficon D-TEK Select mit Infrarotabsorptions-Sensorzelle (FCKW, HFKW, FKW)
- div. Testo 416 Flügelradanemometer und Hitzdrahtanemometer Temperatur/Feuchtigkeitsfühler für die Überprüfung der Luftströme
- Staubmessgerät, kontinuierlich
- GC-FID Thermo Finigan (Analyse von FCKW in PUR)
- GC-MS Shimadzu (Treibmittelanalyse etc.)

- Gasmonitor INNOVA 1412, Lumasense Technologies
- Wärmebildkamera
- Endoskop Laserline Videoflex
- FTIR Shimadzu (ATR, Gasmesszelle, Flüssigküvette)
- EDX-7000 Shimadzu
- VANEON PR-25t Presse Fluxana
- Veraschungssofen LVT Nabertherm
- KERN ABS 520-4N Laborwaage

Ausstattung Aufbereitungstechnik flüssige Medien

- Hochdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem max. Betriebsdruck von 80 bar:
 - zwei Druckrohre für je drei 8"-Spiralwickелеlemente
 - Energierückgewinnung mit Druckwechsler
- Niederdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 20 bar:
 - zwei Druckrohre für je ein 4"-Wickelement
- Mitteldruck- Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 40 bar:
 - zwei Druckrohre für je ein 4"-Wickelement
- Nanofiltration:
 - zwei Druckrohre für je ein 4" Wickelement
- Mehr-Effekt-Verdampferanlage (MED):
 - vier Effekte
 - maximale Destillatproduktion: 1,25 t/h
- Vakuumdestillation:
 - Druckbereich: 0,6 – 0,8 bar
 - Verdampfungstemperatur: 65 – 75 °C
- Cross-Flow-Membrantestzelle für Flachmembranen
 - Druckbereich: bis 80 bar
 - Volumenströme: 20 bis 90 l/h
- Hochgeschwindigkeitskamera
- Kontaktwinkelmessgerät Krüss
- Mikroskop Zeiss Stemi 305
- Agilent UV/VIS-Spektrometer

- diverse Filter- und Vorbehandlungsmodule
- diverse Messgeräte zur Bestimmung physikalischer Kenngrößen (z. B. pH-Wert, Leitfähigkeit, Redoxpotenzial, Trübung)

Membranuntersuchungen

- Membranuntersuchungen an Wickelmodulen (Umkehrosmose und Nanofiltration)
 - Visuelle Inspektion mit ausführlicher Fotodokumentation
 - Integritätstests an Membranelementen
 - Leistungstests an Membranelementen
 - Färbetests an Membranelementen
 - Autopsie von Membranelementen
 - Oberflächenuntersuchungen
 - REM/EDX-Untersuchung zur Charakterisierung von Belägen
 - FTIR-ATR-Untersuchungen
 - Chemisch-physikalische Belaganalyse mittels ICP-OES
 - Coupontests
 - Reinigungsversuche
- Membranuntersuchungen an Ultrafiltrationsmodulen
 - Visuelle Inspektion mit ausführlicher Fotodokumentation
 - Integritätstests an Membranelementen
 - Färbetests an Membranelementen
 - Autopsie der Membranelemente
 - Chemisch-physikalische Belaganalyse
 - REM/EDX-Aufnahmen von Faserquerschnitten
- Membranuntersuchungen an Membranbioreaktor-Membranen
 - Permeabilitätstests an Membrancoupons
 - Reinigungsversuche an Membrancoupons
 - Oberflächenuntersuchungen
 - REM/EDX-Aufnahmen von Faserquerschnitten
- Membranscreenings

3.7 Forschungsanalytik & Speziesanalytik

Der Bereich *Forschungs- & Speziesanalytik* beschäftigt sich mit vielfältigen analytischen Detektions- und Untersuchungsverfahren. Applikationen in der Gaschromatografie gehören neben der Element- und Speziesanalytik zu den Arbeitsschwerpunkten. Ergänzt wird das analytische Portfolio durch Verfahren zum Nachweis verschiedener Ionen.

Großes Augenmerk wird zudem auf die Rückgewinnung strategisch wichtiger Metalle aus industriellen Reststoffströmen gelegt. In diesem Feld werden rentable und praxistaugliche Verfahren erarbeitet.

Element- und Speziesanalytik im Spurenbereich

Massenspektrometrische wie auch spektroskopische Verfahren sind die wichtigsten Messprinzipien der Element- und Speziesanalytik. Diese Verfahren sind so leistungsstark, dass damit selbst kleinste Mengen eines Elementes nachgewiesen werden können. Die Massenspektrometrie mit einem induktiv gekoppelten Plasma erlaubt den Nachweis von Elementen aus wässrigen Proben im Ultraspurenbereich mit Nachweisgrenzen von $< 0,1$ ng/L. Die Speziesanalytik ist eine Teildisziplin der Elementanalytik, bei der nicht nur der Gesamtgehalt eines Elementes, sondern auch die Oxidationsstufen und Bindungsformen berücksichtigt werden. Ein wichtiges Werkzeug am IUTA ist dabei die flüssigchromatografische Kopplung mit einem massenspektrometrischen System, bei dem die Ionisierung der Moleküle mit einem heißen, induktiv gekoppelten Plasma angeregt wird (LC-ICP-MS). Zurzeit wird mit diesem System der Nachweis von Pt-haltigen Zytostatika geführt. Dazu konnten im Berichtszeitraum die vorhandenen Arbeitsmethoden spezifiziert und wesentlich optimiert werden. Zentraler Punkt ist eine statistische Datenauswertung, die auf Basis der freien Programmiersprache R entwi-

ckelt wurde. So gelingt in kürzester Zeit nicht nur die komplette Datenauswertung, sondern zeitgleich auch die Überprüfung und Visualisierung aller qualitätsrelevanten Anforderungen gemäß DIN EN ISO 17025 für die entsprechend durchgeführten Analysen.

Als neueste Entwicklung wurde das Methodenspektrum der ICP-MS um eine Kopplung mit der Ionenchromatografie erweitert. Damit gelingt es nun, z. B. Bromid- und Bromat-Ionen nicht nur empfindlicher, sondern auch im Beisein hoher Konzentrationen von Chlorid ohne zusätzliche Arbeitsschritte zur Matrixbereinigung nachzuweisen.

Gaschromatografie

Der Bereich verfügt über verschiedene sensitive GC-Systeme mit unterschiedlichen Detektionsmöglichkeiten. Dadurch können eine Vielzahl relevanter Parametergruppen aus verschiedenen Matrices nachgewiesen werden. Hervorzuheben sind – neben dem sensitiven Nachweis von Hormonen (35 pg/L 17 α -Ethinylestradiol nach WRRL) – Phenole und Moschusverbindungen sowie eine Multimethode zur parallelen Detektion von 70 umweltrelevanten Parametern (PAK, PCB, Pestiziden und Flammschutzmitteln). Für den Bereich Recycling von Kühlschränken wird zusätzlich die Analyse von FCKW und Pentanen sowohl nach DIN CLC/TS 50625-3-4:2017 als auch nach einer Hausmethode angeboten.

Für E-Zigaretten und E-Liquids werden Screening-Analysen des Liquids und die Quantifizierung von Nikotin angeboten.

Der Bereich hat sich zudem auf den analytischen Nachweis von Ölen in Druckluft gemäß ISO/CD 8573 spezialisiert. Eine parallele Untersuchung der gasförmigen Ölanteile gemäß ISO/CD 8573 und IUTA-Hausmethode ist ebenso möglich.

Ressourcen ausschöpfen

In enger Anlehnung an die analytischen Arbeiten des Bereiches werden Fragestellungen der alternativen Wertstoffrückgewinnung bearbeitet. Der Fokus liegt auf der Entwicklung chemisch-physikalischer Verfahren zur Rückgewinnung strategisch bedeutsamer Rohstoffe aus flüssigen Reststoffströmen industrieller Fertigungsprozesse. Diese bestehen in der Kopplung klassisch-chemischer Werkzeuge mit neuen Ansätzen und Methoden.

Neben IGF-Forschungsprojekten werden auch Forschungs- und Entwicklungsaufträge aus der Privatwirtschaft ausgeführt.

Einsatz von Phytinsäure als textiler Flammenschutz und für die Schwermetallabreinigung – BMBF-Projekt NPBioPhos

Im Rahmen des Forschungsprojekts NPBioPhos werden nicht optimal genutzte Reststoffe der Getreideverarbeitung als Synthesebasis genutzt. Ziel ist die Herstellung einer multifunktionellen, nachhaltig produzierten Spezialchemikalie, die in den anvisierten Applikationen (wirtschaftlich konkurrenzfähig) den ökologischen Standard hebt.

Hierzu soll der biobasierte Rohstoff Phytinsäure (Strukturformel s. Abb. 3-30) aus Rückständen der Primärraffination von Pflanzen gewonnen und einer großtechnischen Verwendung zugeführt werden.

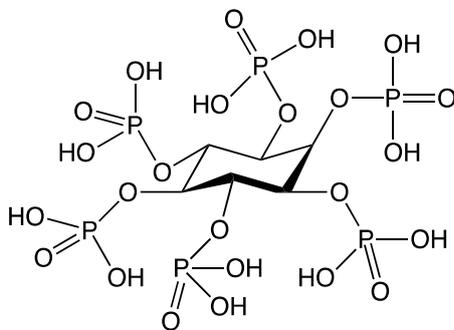


Abb. 3-30: Strukturformel von Phytinsäure C₆H₁₈O₂₄P₆

Phytinsäure komplexiert metallische Kationen und verspricht zudem aufgrund ihres hohen

Phosphoranteils eine potenzielle Nutzung als Flammenschutzmittel.

Erste Anwendungsgebiete der aus Mühlenproduktionsrückständen stammenden Phytinsäure werden daher die Schwermetallabreinigung industrieller Abwässer und auch der textile Flammenschutz sein. Dies könnte zur Substitution der bisher genutzten Substanzen, die weitgehend halogenhaltig bzw. persistent und deren Produktion als umweltproblematisch anzusehen ist, führen.

Koordiniert wird das Forschungsvorhaben vom Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V. (IBZ). Es übernimmt die Forschung zur Gewinnung und Stabilisierung des Rohprodukts. Das Institut für Getreideverarbeitung GmbH (IGV) steuert die zur Selektion der Ausgangsstoffe notwendige Expertise bei und realisiert die mechanischen Vorbereitungsschritte sowie die Herstellung der Phytinsäure. Die FuE-Aktivitäten zur Funktionalisierung von Textilien und der Anwendung im Flammenschutzbereich leistet das Deutsche Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH (DTNW). Das IUTA führt die Forschungsarbeiten zur Analytik von Phytinsäure und zur Bindung von Schwermetallen in Abwasser durch.

%-Verteilung der Phytinsäure

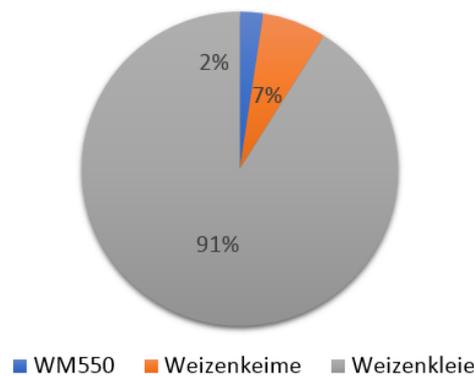


Abb. 3-31: Verteilung der Phytinsäure im Getreide (Abbildung aus einem Vortrag des IGV anlässlich eines Projekttreffens)

Im Berichtszeitraum standen – neben der Bereitstellung von optimierten Rohprodukten – die Extraktion der Phytinsäure aus der Kleie, die

mögliche Aufarbeitung des Extraktes sowie Versuche zur Flamm- und Rauchschutzausrüstung von Textilien im Vordergrund.

Da die Phytinsäure vornehmlich in den Randschichten des Getreidekorns sitzt (Abb. 3-31), wurde Weizen so gemahlen, dass die einzelnen Schichten separat erfasst werden konnten. Der höchste Phytinsäuregehalt konnte dem Kleiemehl zugeordnet werden, welches für die nachfolgenden Extraktionsschritte eingesetzt wurde. Aus dem Kleiemehl wurde Phytinsäure nach einer Vorschrift von Canan¹ extrahiert.

Parallel zu den beschriebenen Arbeiten, die beim IGV und beim IBZ durchgeführt wurden, hat das IUTA ein Analyseverfahren zum Nachweis von Phytinsäure entwickelt. Eisen(III) bildet mit 5-Sulfosalicylsäure einen roten Chelatkomplex. Aufgrund der sehr hohen Affinität von Phytinsäure zu Eisen wird ein Eisen(II)-Phytinsäurekomplex gebildet, der farblos ist. Diese chemische Reaktion (vgl. Abb. 3-32) wird zum Nachweis und zur Quantifizierung der Phytinsäure mittels HPLC/UV incl. Nachsäulenderivatisierung genutzt.

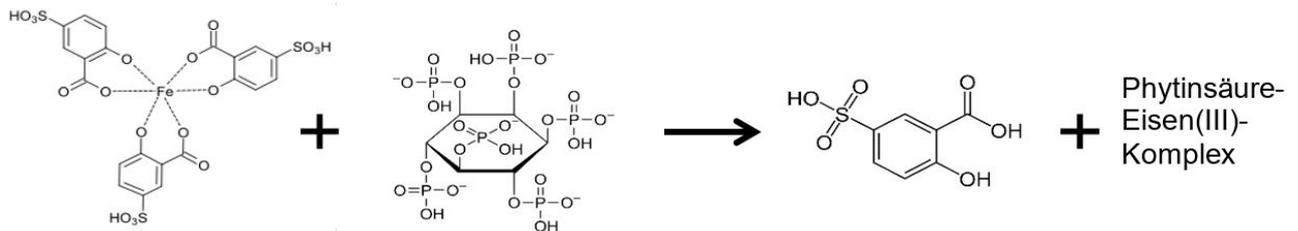


Abb. 3-32: Analytische Detektionsreaktion

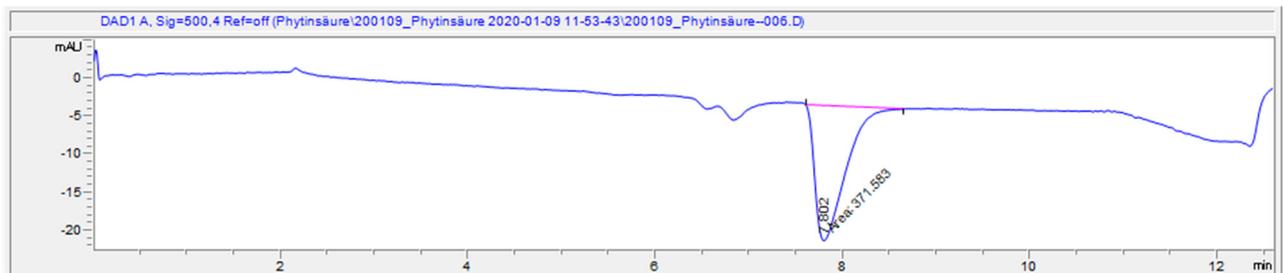


Abb. 3-33: Chromatogramm einer Phytinsäurestandardsubstanz

¹ Canan et. al., Journal of Food Composition and Analysis 24 (2011), 1057-1063

Die Abb. 3-33 zeigt ein typisches Chromatogramm, wie es nach einer Methodvalidierung vorliegt. Der erzielte Arbeitsbereich beträgt 0,1 – 1 mg/L und die erweiterte Messunsicherheit 23 %. Die Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit erfolgte gemäß DIN ISO 11352:2013 mit einem Konfidenzintervall von 95 % und dem Erweiterungsfaktor $k = 2,0$. Die angegebenen Daten beziehen sich ausschließlich auf das Analyseverfahren im Labor.

Besonders hervorzuheben sind die Versuche zur FlammSchutzausrüstung von Baumwolle durch das DTNW. Mithilfe eines Dip-Coatings gelang es, Baumwolle mit Polyethylenimin und anschließend mit Phytinsäure so zu beschichten, dass selbst nach einer Wäsche der Textilien immer noch ein ausreichender FlammSchutz bei den nach DIN 15025:2016 durchgeführten Flammtests ermittelt wurde.

Weitere Einsatzoptionen liegen z. B. in der Wasserenthärtung für industrielle und private Anwendungen, der Wasserstoffperoxid-Feinreinigung für die Papierindustrie, dem Benzotriazol-Ersatz in Geschirrspültabs sowie Nischenanwendungen wie ggf. als spezielles Laborreagenz in der Analytik.

Danksagung:

Das Projekt wird unter dem Aktenzeichen 031R0668C vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



Kontinuierliche Öl- und Metallrückgewinnungs-Prozessanlage für Schlämme und Späne – BMBF-Projekt KOMPASS (r+Impuls-Verbundvorhaben)

Im Rahmen des Forschungsverbunds wurden mit den Kooperationspartnern

- Institut für Technologien der Metalle, Universität Duisburg-Essen (UDE),
- RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH, Mülheim,
- Federal Mogul Burscheid GmbH, Burscheid,
- IUTA, Duisburg

und weiteren assoziierten nationalen und internationalen Partnern zwei weitgehend automatisierte Demonstrationsanlagen, mit denen Metallspäne oder -schlämme aus der Metallbearbeitung auf eine umweltfreundliche Art und Weise von Kühlschmierstoffen (KSS) befreit und entölt werden können, entwickelt und gebaut. Durch die Entölung der Schlämme und Späne entstehen aus kostenpflichtigen entsorgungspflichtigen Abfällen verkaufsfähige Wertstofffraktionen, sodass die Material- und Energieeffizienz in den Prozessen verbessert wird.

Das Projekt nutzt eine Entölungsanlage, die im Zeitraum 1998 – 2000 im Rahmen eines IGF-Forschungsprojekts im IUTA entwickelt wurde². Dieses Verfahren kam trotz nachgewiesener Machbarkeit für die Entölung von Spänen nie großtechnisch zum Einsatz. Während der r+Impuls-Projektlaufzeit zeigte sich sehr schnell, dass die effiziente Reinigung von Spänen und Schlämmen nach jeweils unterschiedlichen Verfahren durchzuführen ist.

² Erich, E., Rückgewinnung von Bearbeitungsölen aus Schleifschlamm und Anschwemmfilterschlamm der metallverarbeitenden Industrie, AIF-Forschungsvorhabens Nr. 11902 N, Berichtszeitraum: 01.11.1998 – 30.11.2000, April 2001, IUTA



Abb. 3-34: Senkrechtschneckenförderer (links) mit gefördertem Schleifschlamm (rechts)

Für die Späne etablierte sich eine Methode, die der Verfahrensweise der Senkrechtfördererschnecke (vgl. Abb. 3-34) nahe kommt. Die Reinigung erfolgt aber nicht vertikal, sondern horizontal in verschiedenen hintereinander geschalteten Waschtrommeln, durch die die Späne mittels innerer Einbauten, ähnlich wie bei einer Förderschnecke, transportiert werden. Für eine effiziente Reinigung der Späne ist neben dem Einsatz von Tensiden auch das Klarspülen der Späne nach dem Waschvorgang von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund kombinierte die Firma RHM bei der Planung und dem Bau einer Demonstrationsanlage 5 Reinigungstrommeln (3 Waschstufen, 2 Klarspülstufen) miteinander.

Seit Ende 2019 ist diese Anlage in Betrieb und reinigt inzwischen dezentral im industriellen Maßstab hochwertige Legierungsspäne im Kundenauftrag.

Schleifschlämme ließen sich weder in der Förderschnecke gut transportieren noch führte die intensive Behandlung der Schlämme mit Tensiden zu deutlichen Reinigungserfolgen.

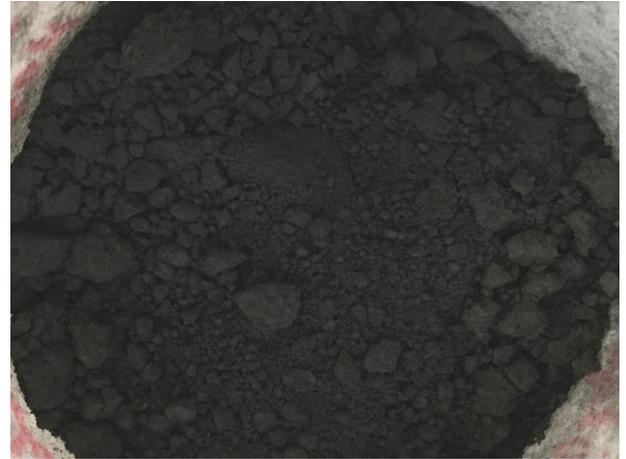


Abb. 3-35: Schleifschlamm von Federal Mogul (3 – 10 µm Korngröße)

Die Universität Duisburg-Essen hat für diese Schlämme eine Entölungsmethode entwickelt. Dazu werden die Schlämme mit einem Adsorbens (z. B. Aktivkohle) vermischt, das das Öl aufnimmt. Danach können Adsorbens und Schleifschlamm aufgrund der verschiedenen Korngrößen durch eine Siebung wieder getrennt werden. So gelingt die Rückführung der Schleifschlämme in den Wirtschaftskreislauf. Auch für diese Modifikation des Verfahrens wurde im Rahmen des Vorhabens eine Anlage im Pilotmaßstab aufgebaut (vgl. Abb. 3-37).



Abb. 3-36: Bilder vom Aufbau der Demonstrationsanlage zur Spänereinigung



Abb. 3-37: Vorlage-, Dosiereinheit und Mischer an der Universität Duisburg-Essen (Quelle: Entwurf des Abschlussberichtes zum o. g. Forschungsvorhaben)

Durch die branchenübergreifende Struktur dieses Vorhabens konnte bereits während der Laufzeit sichergestellt werden, dass die Forschungsarbeiten auf betrieblichen Erfordernisse ausgerichtet sind und dementsprechend eine unmittelbare Einsetzbarkeit resultiert.

Danksagung:

Das Projekt wird unter dem Aktenzeichen 033R159E vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

3.8 Forschungsanalytik & Miniaturisierung

Entwicklung innovativer Kopplungstechniken

Der Bereich *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von innovativen Kopplungs- und Detektionsverfahren. Im Fokus der aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen stehen vierdimensionale Trenn- und Detektionssysteme auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie (HPLC, High Performance Liquid Chromatography), der Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS, Ion Mobility Spectrometry) und der (hochauflösenden) Massenspektrometrie (HRMS, High Resolution Mass Spectrometry).

Ein weiteres Detektionsverfahren ist die direkte Kopplung der Raman-Spektroskopie mit der Flüssigkeitschromatografie (Online-HPLC-Raman-Kopplung). Die Raman-Spektroskopie kann anhand von Rotations- und Schwingungszuständen komplementär zur IR-Spektroskopie Strukturinformationen generieren. Ein Vorteil der Raman-Spektroskopie gegenüber der IR-Spektroskopie liegt darin, dass Wasser in dem für Proteine relevanten Spektralbereich nur eine einzelne, verhältnismäßig schwach ausgeprägte Schwingungsbande aufweist. Damit ist die Online-HPLC-Raman-Kopplung für gepufferte wässrige Chromatografieverfahren in der Bioanalytik, wie z. B. der Gelfiltrations- oder der hydrophoben Interaktionschromatografie, geeignet. Zudem kann die Analyse der Konformation von Biomolekülen unter Einhaltung nativer Bedingungen erfolgen. Darüber hinaus kann der Analyt durch diese nicht destruktive Verfahrensweise erhalten bleiben und es können weitere Detektionsverfahren direkt gekoppelt werden. Hierdurch ist die benötigte Probenmenge zur Charakterisierung des Biomoleküls minimal.

In Kooperation mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurde ein Raman-Detektor auf Basis eines Flüssigkern-Lichtwellenleiters ent-

wickelt. Hierbei handelt es sich im Prinzip um eine Durchflusszelle, die aufgrund ihrer Innenbeschichtung eine Totalreflexion des eingespeisten Laserlichts ermöglicht. Auf diese Weise lässt sich eine deutliche Steigerung der Sensitivität bzw. Nachweisstärke erzielen.

Entwicklung von Lab-on-Chip-Systemen

In den letzten Jahren hat sich der Arbeitsbereich auf miniaturisierte Verfahren erweitert, deren Bedeutung zunimmt. Insbesondere vor dem Hintergrund der Verknappung von Rohstoffen und der Verteuerung von Energie spielt die Miniaturisierung eine zentrale Rolle. Darüber hinaus hat sich die Mikrosystemtechnik zu einer wichtigen Schlüsseltechnologiebranche mit hohem Wachstumspotenzial entwickelt. In Kooperation mit dem Institut für Analytische Chemie der Universität Leipzig werden miniaturisierte Chiptechnologien auf Basis von Glas evaluiert. Auch periphere Bauteile wie Pumpen und Detektoren sollen auf Chipformat geschrumpft werden. Der Bereich *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* kooperiert dazu eng mit der Arbeitsgruppe *Computational Fluid Dynamics* des Bereichs *Luftreinhaltung & Aerosole*. Ziel ist es, mikrofluidische Prozesse in Kavitäten mit geringem Innendurchmesser (5 bis 100 μm) zu simulieren, um Erkenntnisse über die Systemintegration miniaturisierter Bauteile in flüssigkeitschromatografische Systeme zu gewinnen.

Im Rahmen eines aktuellen IGF-Projektes mit dem Kurztitel „SlipChip“ wurde erstmals ein integriertes, mikrofluidisches Chip-System entwickelt und evaluiert, das die schnelle Analyse komplexer Stoffgemische mittels Online-Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie erlaubt. Die Injektion der zu analysierenden Probe im Nanoliterbereich sowie die gezielte Überführung reproduzierbarer Flüssigkeitsmengen von der ersten in die zweite chromatografische Trenndimension

wurde ohne die Verwendung von Mikroventilen oder Transferkapillaren mithilfe eines sog. Slip-Chip-Ansatzes realisiert. Damit können einerseits Tot- und Transfervolumina im Analysesystem, welche zu einer Verminderung der Trennleistung führen, minimiert und andererseits die Problematik der Reproduzierbarkeit, Druckstabilität und Ansprech- bzw. Schaltzeit von chipintegrierten Ventilen umgangen werden. Die sensitive und selektive Detektion der aufgetrennten Probenbestandteile wurde mithilfe einer integrierten Nanoelektrospray-Schnittstelle realisiert, welche die totvolumenfreie Kopplung des Chips an ein beliebiges kommerzielles Elektrospray-Massenspektrometer ermöglicht.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18199 BG mit dem Titel „Entwicklung eines mikrofluidischen SlipChips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels Online-Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie“ der Forschungsvereinigung DECHEMA wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

Entwicklung von Anreicherungsverfahren

Die gestiegenen Anforderungen im Bereich der Quantifizierung von Mikroschadstoffen machen es notwendig, Anreicherungsstrategien zu entwickeln, um Konzentrationen im Ultraspurenbereich von wenigen Pikogramm pro Liter zu bestimmen. Selbst mit den leistungsstärksten Massenspektrometern ist es bislang nicht möglich, ohne vorherige Anreicherung

eine Bestimmung in diesem Konzentrationsbereich durchzuführen. Vor diesem Hintergrund werden sogenannte Online-Anreicherungsverfahren auf Basis der Festphasenextraktion (SPE, Solid Phase Extraction) evaluiert, die direkt mit der massenspektrometrischen Detektion gekoppelt werden können.

Östrogene gehören zu den Hormonen, welche essentielle Botenstoffe sind, die in fast allen mehrzelligen Lebewesen vorkommen und lebenswichtige Abläufe wie den Energie- und Mineralhaushalt sowie die Reproduktion steuern. Hormone werden sowohl auf natürlichem Wege durch den Menschen ausgeschieden (ca. 25 bis 100 $\mu\text{g Tag}^{-1}$), gelangen aber auch durch intensive Tierhaltung, wie z. B. Schweinezucht, in Oberflächengewässer. Die in die Kläranlagen eingetragenen Hormone werden nicht ausreichend eliminiert, sodass Kläranlagen als Punktquellen für den Eintrag von Östrogenen in die Umwelt anzusehen sind. Hormonell wirksame Substanzen werden unter anderem mit Störungen bei der Organentwicklung, der Verringerung der männlichen Fruchtbarkeit und dem vermehrten Auftreten bestimmter Krebsformen in Verbindung gebracht. Vor diesem Hintergrund hat die Europäische Kommission innerhalb der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erstmalig die Hormone 17 β -Estradiol (E2) und Estron (E1) mit einer Nachweisgrenze von 0,4 ng L^{-1} und das synthetische Analogon 17 α -Ethinylestradiol (EE2) mit einer Nachweisgrenze von 0,035 ng L^{-1} zum Monitoring auf die sogenannte Beobachtungsliste gesetzt. Bis zum jetzigen Zeitpunkt gab es jedoch in der Europäischen Union keine geeignete instrumentell-analytische Methode, mit der eine Bestimmungsgrenze in einem Konzentrationsbereich von 35 pg L^{-1} in Oberflächengewässern erzielt wurde. Um das messtechnische Problem zu adressieren, wurde das IGF-Projekt „Fluoreszenz-Hormone“ initiiert. Ziel ist die Entwicklung eines ultrasensitiven und im Vergleich zur Massenspektrometrie kostengünstigen Fluoreszenzdetektors für die

Flüssigkeitschromatografie, der eine Erfassung der Östrogene im relevanten Konzentrationsbereich erlaubt. Dafür ist die Abtrennung der Zielanalyten von der Matrix von großer Bedeutung, um Matrixstörungen zu minimieren. Vor diesem Hintergrund wurde ein Verfahren zur Anreicherung und hochselektiven Aufreinigung von Realproben entwickelt, mit dessen Hilfe eine Elimination des störenden Signaluntergrundes vorgenommen werden kann. Für die Aufreinigung und Anreicherung wurde eine Verfahrenskombination aus Offline- und Online-SPE gewählt. Die instrumentelle Referenzanalytik wurde auf Basis der Tandem-Massenspektrometrie entwickelt, sowohl in Kombination mit der Flüssigkeits- als auch der Gaschromatografie.

Eine Zusammenfassung der entwickelten Referenzmethoden inklusive der analytischen Kenndaten ist in der nachfolgenden Abb. 3-38 dargestellt. Mit Abschluss des Projektes konnte eine Referenzanalytik etabliert werden, die die Vorgaben der EU-WRRL erfüllt. Das IUTA zählt nun zu den wenigen Forschungseinrichtungen in Europa, die ein flächendeckendes Monitoring der Zielanalyten im definierten Konzentrationsbereich anbieten können.

Die entsprechenden Nachweis- und Bestimmungsgrenzen der entwickelten Probenvorbereitungsmethode und der nachfolgenden Analyse mittels LC-MS/MS und GC-MS/MS sind in der Tab. 3-5 für Oberflächengewässer zusammengefasst.

Tab. 3-5: Auflistung der erzielten Nachweis- (NWG) und Bestimmungsgrenzen (BG) für die Zielanalyten E1, E2 und EE2 der Gesamtmethode mittels Online-SPE-LC-MS/MS und GC-MS/MS in Oberflächenwasserproben in pg L^{-1}

pg/L	Online-SPE-HPLC-MS/MS		GC-MS/MS	
	BG	NWG	BG	NWG
E1	35	10	6	2
E2	100	30	5	2
EE2	100	30	6	2

In Abb. 3-39 ist die an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHU) entwickelte Transmissionsmesszelle als Bestandteil eines Demonstrators zur hochsensitiven Fluoreszenzdetektion gezeigt. Es wird angestrebt, im Rahmen einer weiteren FuE-Maßnahme die technische Entwicklung des Demonstrators zu einem Prototyp zu forcieren.

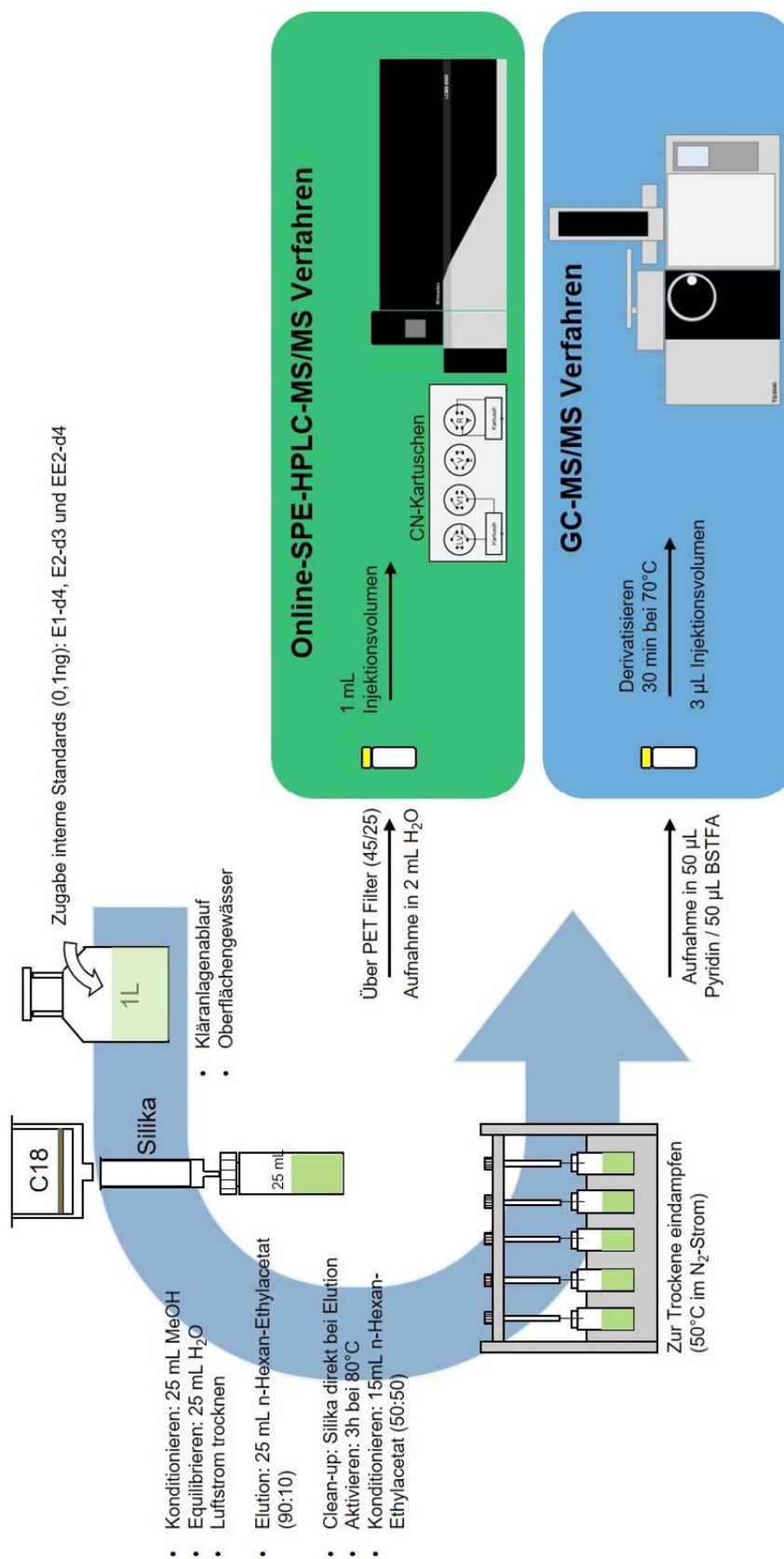


Abb. 3-38: Workflow zur ultrasensitiven Analyse ausgewählter Hormone mittels instrumenteller Analytik

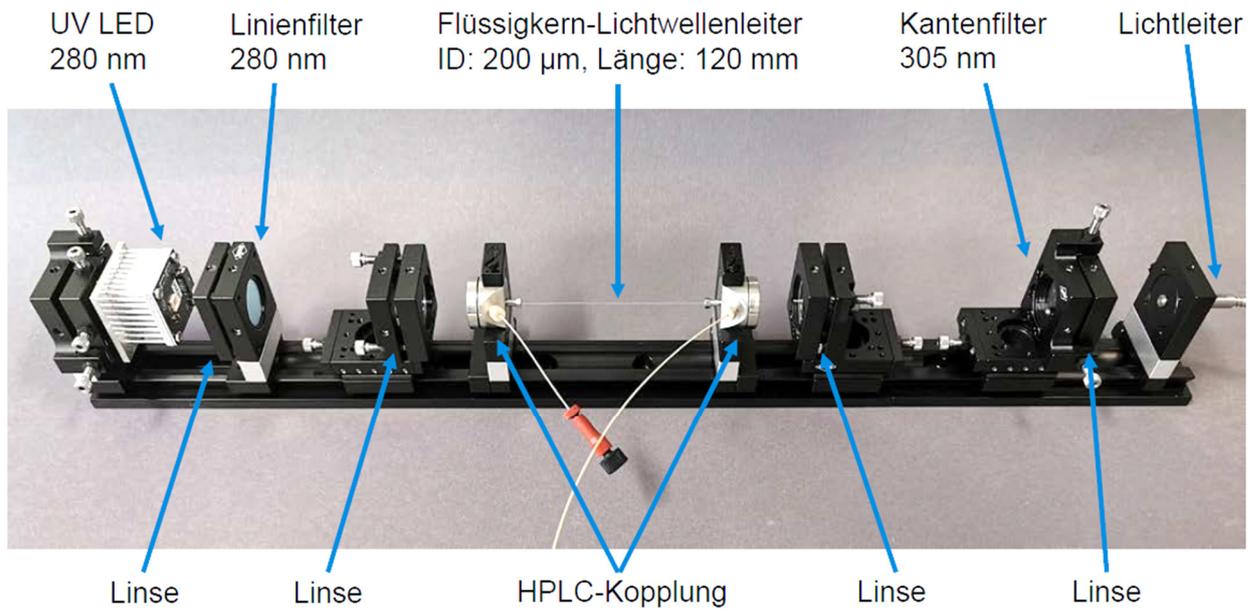


Abb. 3-39: An der Heinrich-Heine-Universität entwickelte Transmissionszelle als Bestandteil eines Demonstrators für die ultrasensitive Bestimmung von Hormonen mittels Fluoreszenzdetektion

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19681 N mit dem Titel „Entwicklung eines hochselektiven und ultrasensitiven Verfahrens zur quantitativen Bestimmung ausgewählter Hormone in Wasser auf Basis der Fluoreszenzdetektion“ der Forschungsvereinigung Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

Projekt FutureLab NRW: Digitalisiertes Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft

Um Strukturen in den Bereichen Forschung und Innovation zu stärken, hat die nordrhein-westfälische Landesregierung im Frühjahr 2016 die Initiative „Forschungsinfrastrukturen NRW“ ins Leben gerufen. Für das vom IUTA eingereichte Projekt *FutureLab NRW: Digitalisiertes Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft* wurde eine Förderempfehlung ausgesprochen.

Die Detailplanung wurde in 2019 abgeschlossen, sodass erste Umbauarbeiten im Hause in 2020 beginnen können. Im Rahmen von FutureLab NRW sollen alle verfügbaren Technologieansätze zu einem Gesamtsystem verbun-

den werden. Neben der Kopplung von wirkungsbezogener Analytik mit miniaturisierten multidimensionalen Trenn- und Detektionstechniken spielt die Digitalisierung und Automation eine zentrale Rolle. Dies betrifft sowohl die Frage der Schnittstellen zwischen Laborgeräten, komplexen Analysensystemen und unterschiedlichen Software- und Datenbanksystemen als auch die Möglichkeit, die Flexibilität zu bewahren. Einzelne Softwarepakete, die keine Inklusion wichtiger Metadaten zulassen, stellen, vor dem Hintergrund immer komplexerer Arbeitsabläufe im Labor, Insellösungen dar. Demgegenüber stehen Entwicklungen, die eine Vernetzung mit weiteren Datenbanken erlauben. Diese Konzepte sind technologisch jedoch noch nicht soweit ausgereift, um einen automatisierten Datentransfer in zentrale Datenbanken zu ermöglichen und eine Anbindung „intelligenter und funktionalisierter Labormöbel“ und Labornutzungsgegenstände, wie z. B. Waagen, Pipetten und Sensoren zur Überwachung des Raumklimas, zu gewährleisten.

Neben der Frage nach übergeordneten Standards wird die kollaborative mobile Robotik eine zentrale Rolle einnehmen. In Abb. 3-40 ist ein erster Versuchsaufbau gezeigt, mit dem zentrale Automationslösungen umgesetzt werden sollen. Der in der Abbildung dargestellte Roboter soll zunächst einfache „Pick-and-Place“-Tätigkeiten übernehmen, die normalerweise von qualifiziertem Laborpersonal durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich für den Menschen im Allgemeinen um einfache Tätigkeiten, wie z. B. das Bestücken eines Probengebers für die HPLC mit den entsprechenden Proben trays. Die Übertragung dieses Vorgangs auf einen Roboter ist hochkomplex, sehr störanfällig und erfordert u. U. tiefgreifende Programmierkenntnisse. Um dem Problem des Fachkräftemangels, insbesondere im Bereich hochspezialisierter IT-Fachkräfte, zu begegnen, wird erstmalig eine intuitive Software eingesetzt. Diese erlaubt das „Teachen“ grundlegender Funktionen des Roboters per „Drag &

Drop“. Auf diese Weise sind qualifizierte Programmierkenntnisse nicht notwendig. Die Software übersetzt vielmehr die einzelnen Bewegungsabläufe des Roboters in einen nativen Programm-Code, sodass eine nachträgliche Bearbeitung des Quellcodes durch einen Programmierer jederzeit möglich ist. Mithilfe dieses Versuchsaufbaus sollen Erkenntnisse abgeleitet werden, ob und in welchem Maße ein Domänenexperte (Laborant oder technischer Mitarbeiter) Arbeitsabläufe im Labor selbstständig automatisieren kann, ohne auf entsprechende IT-Fachkräfte angewiesen zu sein.



Abb. 3-40: Versuchsaufbau zur Umsetzung zentraler Automationschritte mittels kollaborativer Robotik

Nach erfolgreicher Etablierung erster Workflows sowie der datentechnischen Vernetzung aller Geräte, ist die Übertragung auf eine mobile Plattform geplant. Das IUTA ist vor diesem Hintergrund seit 2019 Mitglied der Self-driving Lab Robots Interest Group. Mitglieder dieser Gruppe sind vorwiegend die großen Pharmaunternehmen. Ziel ist u. a. die Schaffung einer Software-Plattform, die die Vernetzung der Laborgeräte unter einem einheitlichen Standard ermöglicht. Das IUTA-FutureLab NRW kann sich in diesem Kontext als wichtiges Bindeglied zwischen Industrie und Wissenschaft etablieren, indem es wissenschaftlich-technische Fragestellungen aufgreift und bearbeitet, die in den Unternehmen aufgrund des technischen Risikos noch nicht in den Realbetrieb umgesetzt werden können.

Um den aktuellen Stand der Technik eindeutig bewerten zu können, wurden Kontakte zu allen in Deutschland federführenden Forschungseinrichtungen geknüpft, die sich mit dem Thema Laborautomation und mobile kollaborative Robotik befassen. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um das Center for Life-Science Automation (celisca) an der Universität Rostock sowie der nCLAS-Initiative des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung.

Im Rahmen eines kürzlich abgeschlossenen ZIM-Projektes mit dem Kurztitel „Labortisch 4.0“ wurde in Kooperation mit den beiden mittelständischen Industrieunternehmen Axel Semrau GmbH & Co. KG sowie Jüke Systemtechnik GmbH eine Plattform entwickelt, die eine Teilautomation von instrumenteller und wirkungsbezogener Analytik erlaubt. Zentrales Modul ist ein kollaborierender Roboter, der eine Verbindung zu einer hochpräzisen Laborwaage und einem xyz-Roboter herstellt, so dass eine automatische Pulverdosierung zur hochpräzisen Herstellung toxischer analytischer Referenzstandards und nachgeschaltetem Liquid Handling möglich wird. Die zentralen Forschungsaktivitäten des IUTA bestanden in der Entwicklung eines Neurotoxizitäts-Assays zur Detektion von Insektiziden in Oberflächengewässerproben sowie der Kopplung der wirkungsbezogenen Analytik mit der instrumentellen Analytik auf Basis der miniaturisierten zweidimensionalen HPLC mit der hochauf-

lösenden Massenspektrometrie. Das Projekt wurde im Dezember 2019 mit dem 2. Platz des Innovationspreises Münsterland ausgezeichnet.

Danksagung:

Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) – Fördermodul Kooperationsprojekte – vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Die Zuwendung des Landes NRW erfolgt unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014 – 2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

3.9 Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e.V.

Aufgaben und Zweck

Das IUTA vertritt als Forschungsvereinigung innerhalb der AiF den Bereich *Energie- und Umwelttechnik*. Ziel ist es, gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie, insbesondere KMU, mithilfe von öffentlich geförderten IGF-Projekten die Grundlagen zu schaffen, um wissenschaftliche Erkenntnisse in neue oder verbesserte Verfahren oder Produkte zu überführen.

Diese vorwettbewerbliche Forschung sichert den Unternehmen aufgrund der diskriminierungsfreien Veröffentlichungspflicht der FuE-Ergebnisse viele Freiheiten bei der Entwicklung eigenständiger Produkte, ohne dass diese durch IP-Rechte Dritter blockiert werden.

Gerade die im Querschnittsbereich *Energie- und Umwelttechnik* angesiedelten FuE-Vorhaben erfordern die Verzahnung bzw. Vernetzung unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen, von den Naturwissenschaften über die Ingenieurwissenschaften bis hin zu den Wirtschaftswissenschaften. Sie erfordern zugleich eine konsequente interindustrielle Kooperation. Beide Aspekte werden durch die Organisation von Verbundprojekten gefördert, die entsprechend spezifisches Know-how zusammenführen.

Die am Ende des Kapitels 3.9 abgedruckte Liste zeigt die Vernetzung der *Industriellen Gemeinschaftsforschung* des IUTA mit anderen Verbänden, Stiftungen sowie weiteren Multiplikatoren.

Arbeitsweise des Bereichs und Aufgaben der Forschungsvereinigung

In einem mehrstufigen Verfahren wird die qualitativ hochwertige Betreuung der Forschungsprojekte sichergestellt.

Evaluation von Forschungsanträgen – Forschungsbeirat

Ein wichtiges Bindeglied zwischen den vier Partnern IUTA e.V., der mit Energietechnik und technischem Umweltschutz befassten gewerblichen Wirtschaft, der AiF und der Energie- und Umweltforschung ist der Forschungsbeirat als Organ des IUTA e.V. Die rd. 50 Mitglieder des Forschungsbeirates setzen sich paritätisch aus Vertretern der gewerblichen Unternehmen und der Wissenschaft zusammen.

Dem Forschungsbeirat des IUTA obliegt die Evaluation bzw. die Begutachtung der dem IUTA zur Förderung durch das BMWi vorgelegten IGF-Vorhaben im Hinblick auf den möglichen wirtschaftlichen Nutzen für die Unternehmen der Branche und des Technologiefeldes. Für jeden eingereichten Antrag werden zunächst fünf bis sechs schriftliche Gutachten eingeholt. Die Evaluation erfolgt anhand des zwischen dem BMWi und der AiF abgestimmten Kriterienkatalogs, der in erweiterter Form bei den Gutachtern des IUTA zur Anwendung kommt. Nächster Schritt im Begutachtungsprozess ist ein mündlicher Vortrag und eine offene Diskussion des Vorhabens im Rahmen der Sitzungen des Forschungsbeirates. Im Jahr 2019 hat der Forschungsbeirat am 26. Februar 17 Vorhaben und am 4. September 13 Vorhaben begutachtet. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 9 Vorhaben evaluiert.

Aufgrund der Empfehlung des Forschungsbeirates werden jedem Antragsteller, dem eine hohe Chance auf Förderung seines Vorhabens attestiert wird, Hinweise zur Ergänzung und Überarbeitung des vorgelegten Antrags gegeben. Zur Begleitung der Überarbeitung übernehmen Mitglieder des Beirats, i. d. R. Unternehmensvertreter, eine aktive Rolle als Paten.

Die durchschnittliche Erfolgsquote der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ bezüglich des Ergebnisses zwischen vorgelegten und geförderten Anträgen liegt zwischen 40 und 60 %. Dieses Ergebnis ist überdurchschnittlich und spricht für das intensive und kritische Begutachtungsverfahren des Forschungsbeirates.

Projektbegleitung – projektbegleitende Ausschüsse

Jedes Projekt wird von einem projektbegleitenden Ausschuss begleitet, der während der Projektlaufzeit i. d. R. ein- bis zweimal pro Jahr tagt. Den Mitgliedern der projektbegleitenden Ausschüsse (PA) obliegt nicht nur eine inhaltliche Begleitung der einzelnen Forschungsprojekte, sondern auch eine Steuerungsfunktion hinsichtlich der Praxisrelevanz der angestrebten FuE-Ergebnisse. In den projektbegleitenden Ausschüssen wirken zwischen 6 und bis zu 30 Vertreter aus vorwiegend kleinen und mittelständischen Unternehmen mit. Der Durchschnitt beträgt rd. 12 Unternehmen, die aus allen deutschen Bundesländern stammen.

Bis Ende 2019 hat der IUTA e.V. als Mitgliedsvereinigung der AiF über 243 IGF-Forschungsprojekte erfolgreich abgeschlossen, darunter 38 ZUTECH-Projekte.

Ergebnistransfer

Das IUTA garantiert, dass die Ergebnisse der IGF als „öffentliches Gut“ allen Interessierten frei zugänglich sind und stellt jeden Abschlussbericht unmittelbar nach Fertigstellung und Freigabe als freien Download auf der Homepage des IUTA ins Internet (Rubrik „Vernetzung“, „IGF-Forschungsprojekte“). Darüber hinaus stellt das IUTA der TIB Hannover alle Abschlussberichte der IGF-Projekte zur Einstellung in ihre frei zugängliche Bibliothek zur Verfügung.

Das IUTA organisiert über die projektbegleitenden Ausschüsse hinaus Workshops und Anwenderseminare, die für das interessierte Fachpublikum offen stehen. Beispielsweise veranstaltet das IUTA – ausgerichtet vom Zentrum für Brennstoffzellentechnik in Duisburg (ZBT) – tradiert im Mai den Workshop „AiF-Brennstoffzellen-Allianz“. In der zweiten Novemberwoche richtete das IUTA wie in den Vorjahren mehrere Transfer- bzw. Innovationsveranstaltungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten zum Austausch mit Vertretern großer und insbesondere mittelständischer Unternehmen aus.

Am mittlerweile 11. „*FiltrationsTag*“, dem 4. „*AnalytikTag*“ sowie 2. „*ZytostatikaTag*“ nahmen insgesamt mehr als 300 Unternehmensvertreter teil. Die *IUTA-InnovationsTage* wurden jeweilig durch eine Industrieausstellung flankiert, an der sich insgesamt rd. 50 Unternehmen beteiligten.

Darüber hinaus ist das Institut ideeller Mitträger der VDI-Tagung „Emissionsminderung“. Seit Februar 2016 engagiert sich das IUTA als Gründungsmitglied auch in der AiF-Forschungsallianz Energiewende.

Zusätzlich unterstützt das IUTA Unternehmen im Rahmen von Best-Practice-Seminaren, um über die Forschungsförderung der AiF von der vorwettbewerblichen FuE-Förderung im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung bis hin zur bilateralen Förderung von Kooperationsprojekten im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand“ (ZIM) zu informieren.



Netzwerk des IUTA**Abfallentsorgungs- und Altlastenaufbereitungsverband NRW (AAV)**

120 Unternehmen (100 KMU)
www.aav-nrw.de

Allotrope Foundation

<http://www.allotrope.org/>

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse)

650 vorrangig mittelständische Unternehmen
www.bvse.de

Bundesvereinigung deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV)

600 vorrangig mittelständische Unternehmen
www.bdsv.de

DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

www.dbu.de

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V. (DGAW)

314 mittelständische Unternehmen
www.dgaw.de

Deutsche Gesellschaft für Membrantechnik (DGMT)

50 vorrangig mittelständische Unternehmen
www.dgmt.org

Förderverein des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e.V. (FVEU)

Förderverein des IUTA e.V.
13 Unternehmen (8 KMU)
www.fveu.de

Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW
ca. 250 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus allen Bundesländern und dem europäischen Ausland
www.brennstoffzelle.nrw.de

NanoMikroWerkstoffePhotonik NRW e.V.

www.nmwp.nrw.de/nmwp-ev/nmwp-ev0/

Netzwerk ZENIT e.V. Zentrum für Innovation und Technik in NRW

Netzwerk Zenit
über 200 überwiegend mittelständische Unternehmen
www.netzwerk.zenit.de

smartLab Innovationsnetzwerk

www.smartlab-netzwerk.de

Verband der Großkraftwerksbetreiber (VGB PowerTech e.V.)

www.vbg.org

Verband für Sorptionskälte e.V.

Green Chiller
9 Unternehmen
www.greenchiller.de

Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK)

350 vorrangig mittelständische Unternehmen
www.vik.de

Verein zur Förderung des Zentrums für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) e.V.

Förderverein des ZBT
26 Unternehmen
www.zbt-duisburg.de

Verein zur Förderung der Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik e.V.

Förderverein des UMSICHT
12 Unternehmen (10 KMU)
www.umsicht-foerdereverein.de

Darüber hinaus ist IUTA Mitglied in folgenden Kooperationsnetzwerken aus Forschungseinrichtungen und mittelständischen Unternehmen, die über das ZIM-Programm des BMWi gefördert werden:

ZIM-KOOPERATIONSNETZWERK**FOresight**

Netzwerk Automobilinterieur für die Zukunft
<http://foresight-automotive.com/>

ZIM-KOOPERATIONSNETZWERK

INNO-Wash

Innovative Technologien zur Steigerung der Energie- & Ressourceneffizienz in industriellen Wäschereien

ZIM-KOOPERATIONSNETZWERK

smartLAB

www.smartlab-netzwerk.de

4 Anhang

4.1 Vorträge 2019

Ambrosy, J., Pasel, C., Luckas, M., Bittig, M., Bathen, D.

Adsorption von elementarem Quecksilber aus diskontinuierlichen Abluftströmen im Festbett

Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Freiberg, 19.02.2019

Ambrosy, J., Pasel, C., Luckas, M., Bittig, M., Bathen, D.

Adsorption von elementarem Quecksilber aus diskontinuierlichen Abluftströmen im Festbett

Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Gasreinigung, Bamberg, 15.03.2019

Asbach, C., Todea, A.M., Kaminski, H., Zessinger, M.

Repräsentative Bestimmung der Fein- und Ultrafeinstaubemissionen aus einer Pkw Bremse

Verband der deutschen Automobilindustrie, AK Bremsstaub, Berlin (invited talk), 05.02.2019

Asbach, C.

CEN activities regarding direct reading measurements for nanoparticles

BSOH-Symposium on Direct Reading Instruments, Brüssel, Belgien (invited talk), 22.03.2019

Asbach, C.

Möglichkeiten zur Messung der Partikelanzahlkonzentration in Räumen

UBA Fachgespräch "Partikelanzahlmessung bei Kaminöfen im Rahmen des Blauen Engels", Berlin (invited talk), 27.03.2019

Asbach, C., Monz, C., Müller, C., Todea, A.M.

Anwendbarkeit optischer Staubmesstechnik zur Überwachung der A-Staub-Konzentration an Arbeitsplätzen

SIFU Workshop (BAuA), Dresden (invited talk), 24.05.2019

Asbach, C., Jakubczyk, T., Sperber, O., Todea, A.M., Kaminski, H.

Einfluss der Luftfeuchte auf die Messung der Feinstaubkonzentration mit kostengünstigen Sensoren

54. Messtechnisches Kolloquium, Lübeck, 29.05.2019

Asbach, C., Todea, A.M., Zessinger, M., Kaminski, H.

Entstehung und Quantifizierung von Feinstaub und Ultrafeinstaub beim Bremsen

15. Internationale Fachtagung Nutzfahrzeuge 2019, Baden Baden (invited talk), 04. – 05.06.2019

Asbach, C., Todea, A.M., Zessinger, M., Kaminski, H.

Reproducible measurements of particle emissions from passenger car brakes

European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Asbach, C.

Effect of ENM form on environmental fate in air

NanoFASE Concluding Conference, Vienna, Austria, 05.09.2019

Asbach, C., Kaminski, H.

Erfahrungen aus 10 Jahren UFP-Messungen im städtischen Hintergrund im Ruhrgebiet

3. Symposium Ultrafeine Partikel in der Außenluft und in Innenräumen, Berlin, Germany, 19. – 20.09.2019

Asbach, C.

Possibilities and limitations of low cost PM sensors

Aerosol Workshop at Danish Technical University, Lyngby, Denmark (invited talk), 11.12.2019

Bathen, D., Ambrosy, J.

Grundlagen zur Adsorption von Quecksilber

19. VDI-Fachkonferenz "Messung und Minderung von Quecksilber-Emissionen", Köln, 26.03.2019

- Bätz, N.
High Performance Thin-Layer Chromatography in Combination with a Yeast-Based Bioassay to Determine Endocrine Effects
11th Micropol & Ecohazard Conference 2019, Seoul, Korea, 22.10.2019
- Berry, A., Peil, S., Urbanczyk, R., Vogt, M., Meschede, S.
Konversion von Kohlendioxid – Projekte, Analysen- und Anlagentechnik sowie systemische Ansätze am IUTA
Sitzung der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien, Duisburg, 26.08.2019
- Bittig, M.
NO_x-Minderung im Flugstromverfahren – Stand der Forschung und Perspektiven für die großtechnische Anwendung
16. Potsdamer Fachtagung „Optimierung in der thermischen Abfall- und Reststoffbehandlung – Perspektiven und Möglichkeiten“, 21. – 22.02.2019
- Bittig, M.
Quecksilberemissionen aus Krematorien – Grundlagen, Bestandsaufnahme und Handlungsbedarf
13. Hamburger Workshop „Krematorium“, Bremen, 25.09.2019
- Bittig, M.
Nassabscheidung von Quecksilber – Grundlagen und Mechanismen
RP Darmstadt: Seminar zur Quecksilberabscheidung, Darmstadt, 28.11.2019
- Blauth, F., Schiemann, B.
Energieeffizienzsteigerung in der Prozesswasseraufbereitung – Untersuchungen zu Bildungsmechanismen von Silikatbelägen
Vortrag DGMT-Tagung Kassel, 05. – 06.02.2019
- Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen, D.
Energetische Charakterisierung molekularer Adsorptionsprozesse anhand der Kopplung von Adsorptionsvolumetrie und Adsorptionskalorimetrie
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Freiberg, 19.02.2019
- Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Energetische Charakterisierung molekularer Adsorptionsprozesse anhand der Kopplung von Adsorptionsvolumetrie und -kalorimetrie
Thermodynamik-Kolloquium, Duisburg, 01.10.2019
- Dreisbach, F., Bathen, D., Bläker, C.
Novel measuring methods and devices for adsorption technology
Fundamentals of Adsorption FOA 13, Cairns (AUS), 29.05.2019
- Dronov, M., Kerstein, J.
Entwicklung und Validierung eines neuartigen Detektionsverfahrens auf der Basis der Gasentladungsspektrometrie für die mobile und stationäre Kopplung mit der Gaschromatografie – Ergebnisbericht
Projektmeeting, SIM, Oberhausen, 07.02.2019
- Heusinkveld, H.J., Pijnenburg, D., Stahlmecke, B., Shins, R.P.F., Westerink, R.H.S.
Integrated neurotoxicity testing in vitro
INA-17, 17th Meeting of the International Neurotoxicology Association, Mettmann/Düsseldorf, 29.09. – 03.10. 2019
- Haep, S., Asbach, C., Bankodad, A., Bittig, M., Däuber, E., Engelke, T., Hugo, A., Kaminski, H., Kreckel, S., Opiolka, S., Sager, U., Todt, K., Welp, L., Zeiner, T., van der Zwaag, T.
Air Quality Control & Aerosols
FILTECH Conference, Köln, 23.10.2019
- Haep, S., Däuber, E., Engelke, T., Schuld, T., König, C., Schmidt, F.
The testing of air filters for general ventilation according to DIN EN ISO 16890
AFIS-Seminar, Karlsruhe, 24.09.2019
- Hugo, A., Bauer, S.
Beste verfügbare Techniken (BVT) zur Emissionsminderung bei Lagerung/ Umschlag von gefährlichen Stoffen und stauenden Gütern
VDI-Fachtagung Diffuse Emissionen, Düsseldorf, 14. – 15.05.2019

Hülser, T.

Pilot-Plant Synthesis of Highly Specific Nanoparticles for Industrial Applications

Successful R&I in Europe 2019,
14. – 15.02. 2019, Düsseldorf

Itzel, F.

Ultrasensitive Bestimmung von Hormonen mittels online-SPE-HPLC-MS/MS oder GC-MS/MS nach EU-Wasserrahmenrichtlinie

ANAKON 2019, Münster, 25. – 28.03.2019

Itzel, F.

Bestimmung von östrogen aktiven Stoffen aus Oberflächen- und Abwasserproben mittels GC-MS/MS

Umwelt Seminar Shimadzu, Düsseldorf,
04.07.2019

Itzel, F.

Evaluation of a biological post-treatment after full-scale ozonation at a municipal wastewater treatment plant

8th Late Summer Workshop, GDCh, Haltern am See, 25. – 28.09.2019

Jakubczyk, T., Sperber, O., Todea, A.M., Kaminski, H., Asbach, C.

On the effect of relative humidity on the measurement with low-cost PM sensors

European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Jakubczyk, T., Sperber, O., Todea, A.M., Kaminski, H., Asbach, C.

Effect of relative humidity on measurements with low-cost PM sensors

VAQUUMS Workshop, Brussels, Belgium,
14.11.2019

Kerner, M., Schmidt, K., Schumacher, S., Asbach, C., Antonyuk, S.

Numerische und experimentelle Untersuchungen zu Ladungseigenschaften von Elektret-Filtern hinsichtlich der Partikelabscheidung

ProcessNet Fachgruppensitzung Gasreinigung, Bamberg, 14. – 15.03.2019

Kerner, M., Schmidt, K., Schumacher, S., Asbach, C., Antonyuk, S.

Numerical and experimental investigations on the influence of electrical charge of electret filters on particle deposition

PARTEC, Nürnberg, 9. – 11.04.2019

Kerner, M., Schmidt, K., Schumacher, S., Asbach, C., Antonyuk, S.

Prediction of the initial particle deposition in electret filters with a simulation method

European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Klaßen, M.

Hyphenation of size-exclusion chromatography with Raman detection

Bioseparation Forum, Strasbourg, Frankreich,
22.03.2019

Klaßen M.

Online-Kopplung von Flüssigkeitschromatografie und Raman-Spektroskopie in der Protein-Analytik

Anakon, Münster, 27.03.2019

Klaßen M.

Expositionsrisiko in Apotheken durch Freisetzung von therapeutischen Antikörpern während der Zubereitung

Agilent LC/MS Seminartour Deutschland,
Düsseldorf, 01.10.2019

Klöfer, I., Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.

Untersuchungen zum Verhalten von Quecksilber in Wäschern zur Rauchgasentschwefelung

ProcessNet Fachtagung "Gasreinigung"; Bamberg, 14. – 15.03.2019

Klöfer, I., Bittig, M.

Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Quecksilber-Minderung und Überwachung

19. VDI-Fachtagung: Messung und Minderung von Quecksilber-Emissionen, Köln,
26. – 27.03.2019

Klöfer, I., Bittig, M., Bathen, D.

Analysis of solid and aqueous mercury species via thermo-desorption for a better understanding of the mercury chemistry in a FGD

VGB Mercury control, Berlin, 05. – 06.12.2019

Kube, C., Flieter, I., Bialucha, R., Leson, M.

Ermittlung des Einflusses der Stückigkeit/Körnigkeit von Materialien auf das Analysenergebnis von Elutionsversuchen: Ermittlung fachlicher Grundlagen

Sitzung des LAGA Forums Abfalluntersuchung, Fulda, 09. – 10.09.2019

Kunze, F., Kuns, S., Spree, M., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.

Synthese von Silizium-Nanopartikeln in einem Niederdruck-Mikrowellenplasma-Reaktor im Technikumsmaßstab: Charakterisierung des Partikelwachstums und Einfluss verschiedener Prozessbedingungen auf die Partikeleigenschaften

Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Partikelmesstechnik und Aerosoltechnologie (06. – 07.03.2019), Frankfurt/Main, 06.03.2019

Kunze F., Schnurre S., Huelser T., Wiggers, H.

Synthesis of Nanomaterials for Energy Applications on the pilot-plant scale: Energy Storage

International Conference on Advances in Functional Materials, Los Angeles, 19.08 – 22.08.19

Lebedynskyy, V., Riebel, U., van der Zwaag, T., Haep, S., Kohnen, B.

Energetische Optimierung von Elektroabscheidern. Industriebeispiel HKM Duisburg
Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, ProcessNet Fachgruppentagung Gasreinigung, Bamberg, 14. – 15.03.19

Lebedynskyy, V., Riebel, U., van der Zwaag, T., Haep, S., Kohnen, B.

Rauchgasreinigung mit Elektroabscheider – Energetische Optimierung bei HKM Duisburg

51. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 22. – 23.10.2019

Muthmann, J., Bläker, C., Pasel, C., Lucas, M., Bathen, D.

Combination of different methods to characterize surface chemistry of activated carbons

12th European Congress of Chemical Engineering, Florenz (I), 18.09.2019

Niemann, H., Asbach, C., Kaminski, H., Winner, H., Todea, A.M., Zessinger, M.

Application of a Sampling Enclosure for the Identification of the Influencing Parameters on Brake Wear Particle Emissions

European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Peil, S., Vogt, M., Berry, A., Goldschmidt, R., Meschede, S.

IUTA e.V. – Forschung im Bereich Energietechnik

VIK-Arbeitskreis, Oberhausen, 02.07.2019

Peil, S.

Entwicklung und Demonstrationsbetrieb eines anwendungsnahen, wasserstoffbasierten Hochtemperatur-Wärmespeichersystems – HyHeatStore

AA Thermische Energiespeicherung DECHEMA, Frankfurt, 11.07.2019

Powell, L., Fernandes, T., Costa, A., Stahlmecke, B., Sarimveis, H., Prina-Mello, A., Hristozovf, D., Stone, V.

Integrated Approach to Testing and Assessment of Intravenously Injected Nano-Biomaterials in BIORIMA

IPTC Conference, Salzburg, Austria 13.09.2019

Reinders, L.M.H., Hermuth-Kleinschmidt, K.

Die Mikro-LC: Eine nachhaltige Methode in der Routineanalytik

PharmaLab, Neuss, 13.11.2019

Schiemann, J.

Kontrolle der Schadstoffentfrachtung

Inhouse-Schulung, SIMS, Bergkamen, 19.12.2019

Schins, R.P.F., Sofranko, A., Wahle, T., Heusinkveld, H.J., Westerink, R.H.S., Stahlmecke, B., Pijnenburg, D., Albrecht, C.

Neurotoxicity studies of engineered nanomaterials: the added value of in vivo studies

INA-17, 17th Meeting of the International Neurotoxicology Association, Mettmann/Düsseldorf, Germany, 29.09. – 03.10. 2019

Schnurre, S.M., Hülser, T.

Production of tailored nanoparticles on the pilot plant scale at IUTA e.V.

NMWP-Themenabend – Pilot production lines for an innovative KET-based industry, 21.05.2019

Schumacher, S., Jasti, R., Kerner, M., Schmidt, K., Antonyuk, S., Asbach, C.
Einfluss von Entladungsmethode, Prüf-aerosol und klimatischen Bedingungen auf die Abscheideeffizienz von Elektretfiltern
 ProcessNet Fachgruppensitzung Gasreinigung, Bamberg, 14. – 15.03.2019

Schumacher, S., Jasti, R., Kerner, M., Antonyuk, S., Asbach, C.
Influence of discharging and aerosol material on the filtration efficiency of electret filters
 European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Schumacher, S., Jasti, R., Schneiderwind, U., Asbach, C.
Towards a new test method for indoor air cleaners using alternative test aerosols and regarding sensor-regulated appliances
 European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Sofranko, A., Wahle, T., Heusinkveld, H.J., Stahlmecke, B., Pijnenburg, D., Albrecht, C., Schins, R. P.F.
Evaluation of the neurotoxic effects of engineered nanoparticles in C57BL/6J mice in 28 day oral exposure studies
 IPTC Conference, Salzburg, Austria, 2.09.2019

Stahlmecke, B.
Release of Nanomaterials during their Life Cycle
 Successful R&I in Europe 2019, Düsseldorf, Germany, 14. – 15.02.2019

Todea, A.M., Kaminski, H., Müller C., Monz, C., Asbach, C.
Possibilities and limitations of workplace exposure surveillance with optical aerosol spectrometers and photometers
 European Aerosol Conference 2019, Göteborg, 25. – 30.08. 2019

Todt, K.
Modifikationen und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Desaktivierung und Wirtschaftlichkeit
 ProcessNet Fachtagung "Gasreinigung"; Bamberg, 14. – 15.03.2019

Todt, K.
Stand der Entwicklung bei der Anwendung neuer Katalysatoren zur Niedertemperatur-SCR im Flugstromverfahren
 15. VDI-Fachkonferenz REA-, SCR- und Entstaubungsanlagen in Großkraftwerken, 13. – 14.11.2019

Türk, J. Itzel, F., Gehrman, L., Börgers, A., Bätz, N., Hohrenk, L.L., Schmidt, T.C.
Instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik bei der erweiterten Abwasserreinigung zur Spurenstoffelimination
 ANAKON 2019, Münster, 25. – 28.03.2019

Tuerk, J., Itzel, F., Gassner, O., Sumalowitzsch, T., Teutenberg, T.
Ultrasensitive analysis of hormones according the water framework directive using online-SPE-LC-MS/MS
 AFWC (Analytical Forum Water Contaminants), Berlin, 03.04.2019

Tuerk, J., Reinders, L.M.H.
Analytik to go: Arbeitssicherheit und Qualitätssicherung – Forum für kritische Diskussion
 11. NZW-Dresden, Dresden, 21.06.2019

Tuerk, J., Itzel, F., Baetz, N., Hohrenk, L., Gehrman, L., Antakyali, D., Schmidt, T.C.
Evaluation of a biological post-treatment after full-scale ozonation at a municipal waste water treatment plant
 11th Micropol & Ecohazard Conference 2019, Seoul, Korea, 23.10.2019

Türk, J., Funck, M., Al-Azzawi, M., Kerstein, J., Nickel, C., Kunaschk, M., Freier, K., Knoop, O., Drewes, J.
Probenahme und Untersuchungen zu MP in Retentionsbodenfilter und Bodenproben
 Workshop „Mikroplastik in Böden“, Berlin, 28.11.2019

Welp, L., Hugo, A., Nocker, A.
Herausforderung der Bioaerosolmessung in der Praxis – Sammlung und Nachweis an Rückkühlanlagen
 4. VDI-Fachtagung Anlagenbezogenes Monitoring, Würzburg, 23. – 24.10.2019

Werres, T.

Experimental investigation of the influence of the injection volume on the efficiency of miniaturized separation columns

HPLC 2019, Mailand, 17.07.2019

Wittmar, M., Mölter-Siemens, W., Varzandeh, K., Asbach, C., Tsarkova, L., Bahners, T., Gerbert, B.

Reducing pressure drop of coalescence filtration media by patterned modification of wettability

Filtech 2019, Köln, 22.10.2019

4.2 Veröffentlichungen 2019

Albert, R., Urbanczyk, R., Felderhoff, M.

Thermal conductivity measurements of magnesium hydride powder beds under operating conditions for heat storage applications

Int. J. Hydrogen Energy 2019, Vol. 44, 29273-29281

Ambrosy, J., Pasel, C., Luckas, M., Bittig, M., Bathen, D.

A detailed investigation of adsorption isotherms, enthalpies and kinetics of mercury adsorption on non-impregnated activated carbon

Ind. & Eng. Chem. Res. 58 (2019) 10, S. 4208-4221

Ambrosy, J., Pasel, C., Luckas, M., Bittig, M., Bathen, D.

A comprehensive methodology for the investigation of mercury adsorption on activated carbons

Chem. Ing. Tech. 91 (2019) 12, S. 1874-1884

Asbach, C.

Das Momentum nutzen

Editorial in Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 06/2019: 189, 2019

Asbach, C., Todea, A.M., Schumacher, S.

Einsatz kostengünstiger Staubsensoren für die Ermittlung diffuser Staubemissionen

VDI-Berichte 2352 „Diffuse Emissionen“, 51-62, 2019

Bader, N., Sager, U., Schneiderwind, U., Ouederni, A.

Foam and granular olive stone-derived activated carbons for NO₂ filtration from indoor air

Journal of Environmental Chemical Engineering 7(2) 103005, 2019

Becker, C., Teutenberg, T., Jochmann, M. A., Schmidt, T.C.

A nebulizer interface for liquid chromatography – Flame ionization detection: Development and validation

Talanta, Volume 206, 2019

Birkmann, J., Pasel, C., Luckas, M.,
Bathen, D.

**Development of a measuring method for
the determination of bisulfite and sulfite in
seawater**

Chem. Ing. Tech. 91 (2019) 11, S. 1563-1574

Blauth, F., Schiemann, B., Schiemann J.

**Gegenstromadsorption mit integrierter Re-
generation für den Rückhalt von kritischen
Spurenstoffen in wässrigen Medien**

Filtrieren und Separieren, 3/2019, S.169-173

Blauth, F., Schiemann, B.

**Energieeffizienzsteigerung in der Prozess-
wasseraufbereitung – Untersuchungen zu
Bildungsmechanismen von Silikatbelägen**

Chem. Ing. Tech. 2019, 91, No.8, 1142-1146

Blauth, F.

**Entwicklung einer Untersuchungsmethode
für die Ursachenermittlung von Silikatbelä-
gen auf Umkehrosmosemembranen mittels
REM-EDX**

gwf-Wasser/Abwasser 05/19, S. 56

Blaeker, C., Muthmann, J., Pasel, C.,
Bathen, D.

**Characterization of activated carbon
adsorbents – state of the art and novel
approaches**

Chem. Bio. Eng. Reviews 6 (2019) 4,
S. 119-138

Bucher, D., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.

**Adsorption of the inhalation anaesthetic
isoflurane from dry and humid atmosphere
– a comparison of different adsorbents**

Chem. Eng. Tech. 42 (2019) 6, S. 1268-1275

Buffo, G., Asbach, C., Barale, S., Tronville, P.

**In-service performance of electrostatic
presipitators serving a rubber vulcani-
zation process**

Aerosol Science & Technology 53,8, 886-897
2019

Cokic, S.M., Asbach, C., De Munck, J., Van
Meerbeek, B., Hoet, P., Seo, J.W., Van
Landuyt, K.L.

**The effect of water spray on the release of
composite nano-dust**

Clinical Oral Investigations, Dez. 2019

<https://doi.org/10.1007/s00784-019-03100-x>

Cunha, J.R., Schott, C., van der Weijden,
R.D., Leal, L.H., Zeeman, G., Buisman, C.

**Recovery of calcium phosphate granules
from black water using a hybrid upflow
anaerobic sludge bed and gas-lift reactor**

Environmental Research, Vol. 178, Nov. 2019,
108671

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108671>

Dopp, E., Pannekens, H., Itzel, F., Tuerk, J.

**Effect-based methods in combination with
state-of-the-art chemical analysis for
assessment of water quality as integrated
approach**

International Journal of Hygiene and Environ-
mental Health, 222(4), 607-614, 2019

Funck, M., Yildirim, A., Nickel, C., Schmidt,
T.C., Türk, J.

**Pyrolyse-GC-MS vs. TED-GC-MS –
Vergleich zweier thermoanalytischer
Methoden für die Mikroplastikanalytik**

Sonderpublikation zum 13. Langenauer Was-
serforum, 30-31, 2019

Funk, B., Göhler, D., Sachsenhauser, B., Hil-
lemann, L., Stintz, M., Stahlmecke, B., John-
son, B.A., Wohlleben, W.

**Impact of freeze-thaw weathering on integ-
rity, internal structure and particle release
from micro- and nanostructured cement
composites**

Environmental Science: Nano (6), 1443
(2019)

Gehrmann, L., Itzel, F., Jewell, K.S., Ternes,
T.A., Schmidt, T.C., Türk, J.

**Aktivität von östrogen und androgen akti-
ven Substanzen während und
nach der Ozonung von Krankenhausab-
wasser**

Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie
und Ökotoxikologie, 25(1), 8-10, 2019

Hermuth-Kleinschmidt, K., Teutenberg, T.,
Apel, T., Jäger, M.

**Wie „grün“ geht HPLC? Grüne Analytik:
Die Stärken der Mikro-LC im Vergleich zur
klassischen HPLC**

Laborpraxis, März, 14-16, 2019

Hugo, A., Bauer, S.

**Beste verfügbare Techniken (BVT) zur
Emissionsminderung bei Lagerung/ Um-
schlag von gefährlichen Stoffen und stau-
benden Gütern**

VDI-Berichte 2352, VDI-Verlag GmbH, Düs-
seldorf, S. 39-49, ISSN 0083-5560

Hugo, A., Welp, L., Sperber, O., Schulte-
Illingheim, L., Frösler, J., Nocker, A.

**Erfahrungen der Aerosolbeprobung von
Verdunstungsrückkühlanlagen bezüglich
Probenahme und Legionellenanalytik**

Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 79 (2019)
Nr. 9, 342-350

Itzel, F., Gehrmann, L., Teutenberg, T.,
Schmidt, T.C., Tuerk, J.

**Recent developments and concepts of
effect based methods for the detection of
endocrine activity and the importance of
antagonistic effects**

Trends in Analytical Chemistry, 118, 699-708,
2019

Kunze, F., Kuns, S., Spree, M., Hülser, T.,
Schulz, C., Wiggers, H., Schnurre, S.M.

**Synthesis of silicon nanoparticles in a pi-
lot-plant-scale microwave plasma reactor:
Impact of flow rates and precursor concen-
tration on the nanoparticle size and aggre-
gation**

Powder Technology 342: 880–886, (2019)

Kühnel, D., Nickel, C., Hellack, B., van der
Zalm, E., Kussatz, C., Herrchen, M., Meister-
jahn, B., Hund-Rinke, K.

**Closing gaps for environmental risk scree-
ning of engineered nanomaterials**

NanoImpact 15, 2019

<https://doi.org/10.1016/j.impact.2019.100173>

Küpper, M., Asbach, C., Schneiderwind, U.,
Finger, H., Spiegelhoff, D., Schumacher, S.

**Testing of an indoor air cleaner for particu-
late pollutants under realistic conditions in
an office room**

Aerosol and Air Quality Research 19: 1655-
1665, 2019

Ligotski, R., Sager, U., Schneiderwind, U.,
Asbach, C., Schmidt, F.

**Prediction of VOC adsorption performance
for estimation of service life of activated
carbon based filter media for indoor air
purification**

Building and Environment 149, 146-156,
2019

Madanchi, N., Leiden, A., Winter, M., Asbach,
C., Lindermann, J., Herrmann, C., Thiede, S.

**Cutting fluid emissions in grinding pro-
cesses: Influence of process parameters
on particle size and mass concentration**

The International Journal of Advanced Manu-
facturing Technology 101: 773-783, 2019

Mahy, J.G., Wolfs, C., Vreuls, C., Drot, C.,
Dircks, S., Boergers, A., Tuerk, J., Hermans,
S., Lambert, S.D.

**Advanced photocatalytic oxidation pro-
cesses for micropollutant elimination in
municipal and industrial water**

Journal of Environmental management,
Vol. 250, 2019, 109561

[https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.
109561](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109561)

Meyer-Gall, Th., Hugo, A. König, C., Todt, K.,
Schmidt, F., Gutmann, J.S., Textor, T.

**Abreinigbare Filtermedien – Vergleich un-
terschiedlicher Prüfmethode**

Technische Textilien 5 November 2019,
317-319

Meyer-Gall, Th., Hugo, A. König, C., Todt, K.,
Schmidt, F., Gutmann, J.S., Textor, T.

**Cleanable bag filter: comparisons of differ-
ent testing methods of ageing of filter ma-
terials**

Technical Textiles 4 September 2019, E251-
E253

Monsé, C., Monz, C., Stahlmecke, B., Jett-
kant, B., Bünger, J., Brüning, T., Neumann,
V., Dahmann, D.

**Development and Validation of a Novel
Particle Source for Nano-Sized Test Aero-
sols**

Aerosol and Air Quality Research 19: 677-
687, (2019)

Muntean, R., Pascal, D.T., Rost, U., Holtkotte, L., Näther, J., Köster, F., Underberg, M., Hülser, T., Brodmann, M.

Investigation of Iridium Nanoparticles Supported on Sub-stoichiometric Titanium Oxides as Anodic Electrocatalysts in PEM Electrolysis. Part I.: Synthesis and Characterization

Topics in Catalysis (2019) 62:429-438

Ohnemüller, F., Berry, A., Kirchner, J.
Carbonate CO₂ scrubbing process II (ECO₂) – Practical experience and technical optimization

ZKG International 11, 46-51, 2019

Sager, U., Ligotski, R., Däuber, E., Schmidt, F.

Die Durchführung von Adsorptions-Filtertests gemäß DIN EN ISO 10121-Teil 2: Adsorptionsversuche an konfektionierten Raumlufffiltern

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79(5), 181-187, 2019

Schertzinger, G., Itzel, F., Kerstein, J., Tuerk, J., Schmidt, T.C., Sures, B.

Accumulation pattern and possible adverse effects of organic pollutants in sediments downstream of combined sewer overflows

Science of the Total Environment, 675, 295-304, 2019

Schiemann, J. Scholz, T., Lohmann, I.A.
Photovoltaikmodule gemeinsam aufarbeiten

UmweltMagazin, Juli-August 2019, S. 26-27

Schumacher, S., Jasti, R., Kerner, M., Antonyuk, S., Asbach, C.

Ursachenanalyse zum Einfluss des Prüf-aerosols auf die Abscheideeffizienz von Elektretfiltern

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79: 435-442, 2019

Strehl, C., Thoene, V., Heymann, L., Schwesig, D., Boergers, A., Bloser, M., Fligge, F., Merkel, W., Tuerk, J.

Cost-effective reduction of micro pollutants in the water cycle – Case study on iodinated contrast media

Science of the Total Environment 688, 10-17, 2019

Sun, J., Birmili, W., Hermann, M., Ma, N., Spindler, G., Schladitz, A., Bastian, S., Löschau, G., Cyrys, J., Gu, J., Flentje, H., Briel, B., Asbach, C., Kaminski, H., Ries, L., Sommer, R., Gerwig, H., Wirtz, K., Meinhardt, F., Schwerin, A., Bath, O., Weinhold, K., Wiedensohler, A.

Variability of Black Carbon Mass Concentrations, Particle Number Concentrations and Size Distributions: Results of the German Ultrafine Aerosol Network Ranging from City Street to High Alpine

Atmospheric Environment 202, 256-268, 2019

Vergili, I., Kaya, Y., Gönder, Z.B., Boergers, A., Tuerk, J.

Occurrence and Prioritization of Pharmaceutical Active Compounds in Domestic/ Municipal Wastewater Treatment Plants

Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 102(2), 252-258, 2019

Welp, L., Hugo, A., Nocker, A.

Herausforderung der Bioaerosolmessung in der Praxis – Sammlung und Nachweis an Rückkühlanlagen

VDI-Berichte Nr. 2359, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, ISBN 978-3-18-092359-8

Wittmar, M., Mölter-Siemens, W., Varzandeh, K., Asbach, C., Tsarkova, L., Bahnert, T., Gebert, B.

Reducing pressure drop of coalescence filtration media by patterned modification of wettability

Proceedings Filtech 2019, G04 – Mist and Droplet Separation, 2019

4.3 Poster 2019

Asbach, C., Todea, A.M., Zessinger, M., Kaminski, H.
Reproducible measurements of particle emissions from passenger car brakes
 European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Asbach, C., Mohamadi Nasrabadi, A., Nickel, C., Todea, A.M., Lacombe, J.-M., Debray, B., Aguerre-Chariol, O., Kuenen, J., Manders-Groot, A.
Influence of airborne engineered metal oxide nanomaterials on atmospheric chemistry
 NanoFASE Concluding Conference, Vienna, Austria, 05.09.2019

Asbach, C., Todea, A.M., Zessinger, M., Kaminski, H.
Reproducible measurements of particle emissions from passenger car brakes
 3. Symposium Ultrafeine Partikel in der Außenluft und in Innenräumen, Berlin, Germany 19. – 20.09.2019

Bätz, N., Schmidt, T.C., Türk, J.
Kombination aus HPTLC und Bioassay zur Bestimmung von drei hormonellen Effekten
 ANAKON, Münster, 25. – 28.03.2019

Funck, M., Özcan, A., Schram, J., Schmidt, T.C., Türk, J.
Probenahme und Entwicklung eines filamentbasierten Pyrolyse-GC-MS Analyseverfahrens für Submikroplastik in Wasserproben
 ANAKON, Münster, 25. – 28.03.2019

Funck, M., Özcan, A., Schram, J., Schmidt, T.C., Türk, J.
Probenahme und Entwicklung eines filamentbasierten Pyrolyse-GC-MS Analyseverfahrens für Submikroplastik in Wasserproben
 Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2019, Erfurt, 27. – 29.05.2019

Funck, M., Yildirim, A., Nickel, C., Schmidt, T.C., Türk, J.
Vergleich zweier thermoanalytischer Methoden für die Mikroplastik Analytik Pyrolyse-GC-MS vs. TED-GC-MS
 13. Langenauer Wasserforum, Langenau, 11. – 12.11.2019

Gassner, O., Apel, T., Teutenberg, T., Türk, J.
Bestimmung von Spurenstoffen in behandelten Abwässern und Oberflächengewässern mittels Mikro-LC-MS/MS
 13. Langenauer Wasserforum, Langenau, 11. – 12.11.2019

Hoyer, A.B., Nickel, C., Hellack, B., Hülser, T.
Online detection of the oxidative potential of ambient particle matter by electron paramagnetic resonance spectroscopy
 EAC, Gothenburg, Schweden, 25. – 30.08.2019

Itzel, F., Kerstein, J., Sumalowitsch, T., Gassner, O., Teutenberg, T., Türk, J.
Ultrasensitive Bestimmung von E1, E2 und EE2 gemäß Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie
 13. Langenauer Wasserforum, Langenau, 11. – 12.11.2019

Lebedynskyy, V., Riebel, U., van der Zwaag, T., Haep, S., Kohnen, B.
Energetische Optimierung von Elektroabscheidern. Industriebeispiel HKM Duisburg
 ProcessNet Fachtagung "Gasreinigung"; Bamberg, 14. – 15.03.2019

Meschede, S, Vogt, M., Haep, S., Kuhn, S., Seitz, N., Lutz, M.
Dezentrale chemische Speichertechnologien – Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb in einem Unternehmensverbund
 Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Energieverfahrenstechnik und des Arbeitsausschusses Thermische Energiespeicherung, Frankfurt, 06. – 07.03.2019

Muthmann, J., Bläker, C., Pasel, C., Lucas, M., Bathen, D.
Einfluss von Oberflächenmodifizierungen auf die Adsorptionseigenschaften von Aktivkohlen
 Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Freiberg, 19.02.2019

Muthmann, J., Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.

Influence of surface modifications on the adsorption properties of activated carbons

Fundamentals of Adsorption FOA 13, Cairns (AUS), 28.05.2019

Niemann, H., Asbach, C., Kaminski, H., Winner, H., Todea, A.M., Zessinger, M.

Application of a Sampling Enclosure for the Identification of the Influencing Parameters on Brake Wear Particle Emissions

European Aerosol Conference, Gothenburg, Sweden, 25. – 30.08.2019

Niemann, H., Asbach, C., Kaminski, H., Winner, H., Todea, A.M., Zessinger, M.

Application of a Sampling Enclosure for the Identification of the Influencing Parameters on Brake Wear Particle Emissions

3. Symposium Ultrafeine Partikel in der Außenluft und in Innenräumen, Berlin, Germany, 19. – 20.09.2019

Reinders, L.M.H., Bruckmann, J., Klassen, M.D., vom Eyser, C., Jäger, M., Schmidt, T.C., Teutenberg, T., Türk, J.

Quality control of infusions in patient specific preparations for oncological treatment

ANAKON, Münster, 25. – 28.03.2019

Reinders, L.M.H., Bruckmann, J., Klassen, M.D., vom Eyser, C., Jäger, M., Schmidt, T.C., Teutenberg, T., Türk, J.

Quality control of infusions in patient specific preparations for oncological treatment

EAHP, Göteborg, 27. – 29.03.2019

Stahlmecke, B., Kaminski, H., Todea, A.M., Gogos, A., Kaegi, R., Matzke, M., Jurkschat, K., Asbach, C.

Incineration of nanomaterial-spiked artificial waste

NanoFASE Concluding Conference, Vienna, Austria, 05.09.2019

Stahlmecke, B., Hoyer, A.B., Loewenich, M., Hülser, T.

Assessment of Airborne emissions from Nano-Biomaterials during Mechanical Treatments

EAC, Gothenburg, Schweden, 25. – 30.08.2019

Welp, L., Hugo, A., Haep, S.

Herausforderungen der Bioaerosolmessung in der Praxis – Sammlung und Nachweis an Rückkühlanlagen

Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen
Mechanische Flüssigkeitsabtrennung und Gasreinigung, Bamberg, 14. – 15.03.2019

Welp, L., Sperber, O., Hugo, A., Haep, S., Schulte-Illingheim, L., Nocker, A.

Experience with aerosol sampling from evaporative cooling systems – physical aspects

VDI/BAuA Expert Forum, Bioaerosols: From measurement to assessment, Berlin, 27. – 28.11.2019

Untersuchung zum Einfluss des Injektionsvolumens auf die Effizienz miniaturisierter Trennsäulen

ANAKON, Münster, 25. – 28.03.2019

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen

Domat, M., Stahlmecke, B.

(hands on) Exposure Assessment – Airborne Particles

1st interprofessional Education Nano Training School (25.-29.03.2019)
Venedig, Italien, 27.03.2019

Vom Eyser, C.

Effektive Reinigung belasteter Oberflächen und Materialien (inkl. praktischer Übungen)

11. NRW Dresden, 21.06.2019

Vom Eyser, C., Reinders, G., Reinders, L., Türk, J.

Workshop: Effektive Reinigung nach unbeabsichtigter Freisetzung

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 04.04.2019

Haep, S., Bankodad, A., Opiolka, S.

Entwicklung schaltbarer Funktionalitäten von Vliesstoffoberflächen für Anwendungen in der Filtration und im Automotive-Bereich

11. IUTA-FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2019

Hetzel, T., Türk, J.

Analysis of Biomolecules

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 18.09.2019

Hoyer, A.B.

Production of processible dispersions from highly specific gas-borne nanoparticles by direct transfer into liquids

IVG-Seminar, Duisburg, 28.05.2019

Itzel, F.

Ultrasensitive Bestimmung von Hormonen mittels online-SPE-HPLC-MS/MS oder GC-MS/MS nach EU-Wasserrahmenrichtlinie

PAL Anwendertreffen, Gladbeck, 14. – 16.05.2019

Kunze, F., Kuns, S., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.

Thermophoretic Sampling System (TSS)

IUTA-Seminar, Duisburg, 10.10.2019

Kunze, F., Kuns, S., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.

Thermophoretic Sampling System (TSS)

IVG-Seminar, Duisburg, 15.10.2019

Lichtnecker, H., Türk, J.

Grundlagen zu Zytostatika aus arbeitsmedizinisch-toxikologischer Sicht

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 05.11.2019

Reinders, G., Reinders, L., Türk, J.

Workshop: Effektive Reinigung nach unbeabsichtigter Freisetzung

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 05.11.2019

Reinders, L.M.H.

Gehaltsbestimmung von Zytostatika-Applikationslösungen

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 04.04.2019

Reinders, L.M.H.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 05.04.2019

Reinders, L.M.H.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 17.05.2019

Reinders, L.M.H., Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 18.05.2019

Reinders, L.M.H., Türk, J.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 23.08.2019

Reinders, L.M.H.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 24.08.2019

Reinders, L.M.H., Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 15.11.2019

Reinders, L.M.H.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 16.11.2019

Reinders, L.M.H.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 16.11.2019

Sager, U., Däuber, E., Engelke, T., Zeiner, T., Opiolka, S., Asbach, C., Haep, S.

Multi-effektfilter für Innenraumanwendungen – Aktuelle Fragestellungen und Entwicklungen

11. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2019

Teutenberg, T., Hetzel, T.

Schnelle Analytik mittels Mikro-LC-MS/MS – Vorteile und Vorurteile

8. Berliner LC-MS/MS Symposium, Trainingskurs „Schnelle Analytik mittels Mikro-LC-MS/MS – Vorteile und Vorurteile“, Berlin, 01.04.2019

Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 01.03.2019

Türk, J., Reinders, L.M.H.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 02.03.2019

Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 02.03.2019

Türk, J., Itzel, F., Gassner, O., vom Eyser, C., Sumalowitsch, T., Teutenberg, T.

Bestimmung von Spurenstoffen mittels online-SPE-HPLC-MS/MS

8. Berliner LC-MS/MS-Symposium, Trainingskurs „Automatisierte Probenvorbereitung für die Rückstandsanalytik und Labormedizin mittels LC-MS“, 01.04.2019

Türk, J.

Maßnahmen bei unbeabsichtigter Substanzfreisetzung

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duisburg, 04.04.2019

Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC, Hamburg, 18.05.2019

Türk, J.

Einführung in die LC-MS

LC-MS-Einführung und Anwendung, Phomenex, Aschaffenburg, 14.06.2019

Türk, J.

LC-MS Methodenentwicklung und MS-Messmodi

LC-MS-Einführung und Anwendung, Phomenex, Aschaffenburg, 14.06.2019

Türk, J.

Quantifizierung und Matrixeffekte

LC-MS-Einführung und Anwendung, Phomenex, Aschaffenburg, 14.06.2019

Türk, J.

Target-, Suspect-Target- und Non-Target-Screening, Applikationsbeispiele

LC-MS-Einführung und Anwendung, Phomenex, Aschaffenburg, 14.06.2019

Türk, J.

Einführung in die HPLC-MS

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 18.09.2019

Türk, J.

LC-MS in der Praxis

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 18.09.2019

Türk, J.

Applikationsbeispiele und Auswertung

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 18.09.2019

Türk, J.

Methodenentwicklung und Besonderheiten der LC-MS

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 19.09.2019

Türk, J.

Strategien zur Quantifizierung und Substanzidentifizierung

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner, Essen, 19.09.2019

Türk, J.

Leistungsdaten und Gerätequalifizierung

LC-MS Kopplung, Dr. Klinkner & Partner,
Essen, 19.09.2019

Türk, J.

**Effektive Reinigung und Desinfektion in
der Zytostatika-Herstellung**

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC,
Hamburg, 20.09.2019

Türk, J., Reinders, L.M.H.

Monoklonale Antikörper im Arbeitsschutz

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC,
Hamburg, 21.09.2019

Türk, J.

**Praxis: Effektive Reinigung von Oberflä-
chen, Desinfektion und Validierung**

Sicherheitstraining für Zytostatika, LEAC,
Hamburg, 21.09.2019

Türk, J.

**Maßnahmen bei unbeabsichtigter Sub-
stanzfreisetzung**

Sicherer Umgang mit Zytostatika, IUTA, Duis-
burg, 05.11.2019

Türk, J.

**Praxis: Effektive Reinigung von Oberflä-
chen, Desinfektion und Validierung**

Aseptische Zubereitungsprozesse (gemäß
GMP) von nicht toxischen Parenteralia in Apo-
theken und Herstellbetrieben, LEAC, Ham-
burg, 30.11.2019

Wittmar, M.,

**Entspannung von hochverdichteten Aero-
solen und deren Einfluss auf die Partikel-
größenverteilung und -konzentration**

11. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2019

4.5 IGF-Forschungsberichte

Im Jahr 2019 wurden die nachfolgend aufgeführten Forschungsberichte veröffentlicht. Die Berichte werden auf Anfrage in elektronischer Form übermittelt oder stehen als Download im Internet auf der IUTA-Homepage, Rubrik „Vernetzung“, zum Herunterladen bereit.

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19741 N
Crowdsourcing und Spielifizierung im individuellen modularen Hausbau

Laufzeit: 01.10.2017 – 31.03.2019

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation

Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19146 N
Energielabeling für Adsorptionsfilter: Erarbeitung von Kenngrößen zur Einstufung von Adsorptionsfiltern hinsichtlich Energieverbrauch und Abscheideleistung

Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2018

Beteiligte Forschungsstelle(n):

IUTA

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18771 N
Entwicklung einer Crossover-freien Micro-Direkt-Methanol-Brennstoffzelle auf Basis Mikroelektromechanischer Systeme

Laufzeit: 01.07.2015 – 30.06.2018

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg

Institut für Mikroelektronik, Stuttgart

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19074 N
Entwicklung einer in situ Sulfidbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen

Laufzeit: 01.03.2016 – 28.02.2019

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik, IUTA

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19051 N
Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen

Laufzeit: 01.02.2016 – 31.01.2019

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg

Forschungsvereinigung: Verein für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e.V.“

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19350 N

Entwicklung eines neuartigen katalytischen Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien

Laufzeit: 01.03.2017 – 30.06.2019

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie (fem), Schwäbisch Gmünd

IUTA

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik

IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19108 BG
Entwicklung eines Ultraschallsensors und Erarbeitung von Simulationsmodellen zur Untersuchung von magnetohydraulischen Strömungen in Zink-Slurry-Batterien

Laufzeit: 01.04.2016 – 31.12.2018

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg

Technische Universität Dresden, Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik, Professur für Mess- und Prüftechnik

Forschungsvereinigung: Textil und Umwelttechnik sowie
Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19106 BG
Grundlagen zur Konservierung elektrischer Ladungen in organischen Dünnschichten
Laufzeit: 01.01.2017 – 30.06.2019
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V., Krefeld
Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V., Greiz
IUTA

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18795 N
Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit mikrostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation
Laufzeit: 01.08.2015 – 31.07.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT, Oberhausen
Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19740 N
Modellierung eines Analyse- und Bewertungssystems Big-Data-basierter Geschäftsmodelle bei KMU für die Bereiche Logistik, Produktion und Service
Laufzeit: 01.01.2018 – 30.06.2019
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18941 N
Schnellstart: Entwicklung eines Verfahrens zum gezielten Vorheizen einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle mit minimalem Energieaufwand
Laufzeit: 01.01.2016 – 30.09.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg
Universität der Bundeswehr München, Institut für Strömungsmechanik und Aerodynamik LRT-7

Forschungsvereinigung: Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19109 N
Steigerung der Energieeffizienz der Drucklufttechnik
Laufzeit: 01.07.2016 – 31.12.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg
Universität Dortmund, Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl Strömungsmechanik
IUTA

Forschungsvereinigung: DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. sowie
Energie- und Umwelttechnik
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18307 N
Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung deren Beständigkeit durch Oberflächenmodifikation
Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnik
Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V., Krefeld
IUTA

Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik e.V. – FLT
IGF-Forschungsvorhabensnummer: 19095 N
Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumluftechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀
Laufzeit: 01.07.2016 – 30.06.2019
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik
IUTA

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18298 N
Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammgestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels In-situ-Laserdiagnostik
Laufzeit: 01.05.2015 – 30.04.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen Institut für Verbrennung und Gasdynamik-Reaktive Fluide (IVG-RF)
Universität Duisburg-Essen Institut für Verbrennung und Gasdynamik-Fluidodynamik (IVG-FD)
IUTA

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

... der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ im Jahr 2019

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
15	EWN	Entwicklung von Lithium-Schwefel-Batterien auf Basis polymerummantelter Li ₂ S-Kathodenmaterialien und innovativer Silizium-Anoden	ZBT, AOC Uni Köln, ET UDE	01.04.2017	31.03.2020
22	EWBG	Entwicklung von Membran-Elektroden-Einheiten für die alkalische Elektrolyse auf Basis ionenleitender poröser Keramikmembranen	ZBT, INP Greifswald	01.04.2017	31.03.2020
39	EWN	Entwicklung einer neuen Materialklasse von hochstabilen Elektrokatalysatoren für Kathoden von PEM-Brennstoffzellen (PEMFC) auf Basis von lasergenerierten Materialien	ZBT, TCHEM UDE	01.01.2019	31.12.2021
41	EWN	Entwicklung einer Zink-Luft-Batterie auf Basis ionischer Flüssigkeiten für unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	ET UDE, Mikrotech WHS	01.03.2019	31.08.2021
202	EN	Assessment of Advanced Photocatalytic Oxidation process for Micropollutant Elimination in Municipal and Industrial Waste Water Treatment Plants	IUTA	01.09.2017	29.02.2020
18233	BG	Entwicklung eines vereinfachten Simulationsverfahrens und eines hochauflösenden Strömungssensors zur Strömungsoptimierung am Beispiel eines HT-PEM-Brennstoffzellen-Stapels	ZBT, PMP TU D	01.12.2016	30.11.2019
18593	N	Entwicklung und Anwendung eines funktionsintegrierten Microactors auf Basis ionischer Polymer-Metallkomposite	ZBT, HSG IMIT	01.01.2017	31.12.2019
18661	N	Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchwarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen	IUTA, TVT UDE	01.08.2016	31.12.2019
19051	N	Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen	ET UDE, ZBT	01.02.2016	31.01.2019
19074	N	Entwicklung einer in situ Sulfitbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen	TVT UDE, IUTA	01.03.2016	28.02.2019
19119	N	Weiterentwicklung der thermochemischen Rekupe-ration für Blockheizkraftwerke hinsichtlich Effizienzsteigerung und Emissionsminderung	ZBT, IVG UDE (Kaiser)	01.08.2016	31.07.2019
19144	N	Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes	IUTA	01.01.2017	31.12.2019
19145	N	Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter	IUTA, MVT Uni KL	01.09.2016	31.07.2019
19147	N	Entwicklung eines Monitoringsystems zur kontinuierlichen Überwachung der Hygiene von raumluftechnischen Anlagen durch kumulative Erfassung von mikrobiellen Luftverunreinigungen mittels Ion-jelly-Detektor	IUTA, wfk	01.01.2017	30.06.2019
19168	N	Entwicklung eines Brenngaserzeugers aus einer Matrix flüssiger biogener Brennstoffe für gasmotorische BHKW	OWI, ZBT, IMVT KIT	01.01.2017	30.09.2019
19402	N	Entwicklung von nachweisstarken Verfahren zur Bestimmung von Asbest in flächigen Baustoffen	IUTA	01.03.2017	31.08.2020

19403	N	Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung des oxidativen Potenzials von luftgetragenen Partikeln mithilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronenspin-Resonanz-Spektrometrie (ESR)	IUTA	01.03.2017	31.12.2019
19526	BG	Entwicklung poröser papiertechnisch hergestellter Titan-Stromverteiler für die PEM-Elektrolyse	ZBT, FhG IFAM, PTS-PTI, PTS-IZP	01.05.2017	30.04.2020
19623	N	Ressourcenschonende Kleinserienproduktion durch Kunststoff-Laser-Sintern – Einfluss der Anisotropie und Oberflächenstruktur auf die statischen und dynamischen Langzeiteigenschaften von laser-gesinterten Bauteilen	FT UDE, LKT FAU Nürnberg	01.07.2017	31.12.2019
19624	N	Energieeffiziente Luftentfeuchtung auf Basis lichtsensitiver Hydrogele	wfk, IUTA	01.05.2017	31.07.2020
19650	BG	Modifikation und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Deaktivierung und Wirtschaftlichkeit	IUTA, TAC Leipzig	01.09.2017	29.02.2020
19658	N	„FormicFuel“: Immobilisierung eines selektiven heterogenen Katalysators für die kontinuierliche Ameisensäurezerersetzung zum direkten Betrieb einer Brennstoffzelle	ZBT, ITMC RWTH Aachen	01.01.2018	30.06.2020
19681	N	Entwicklung eines hochselektiven und ultrasensitiven Verfahrens zur quantitativen Bestimmung ausgewählter Hormone in Wasser auf Basis der Fluoreszenzdetektion	IUTA, IPC HHU	01.09.2017	31.01.2020
19694	N	Gradierte Aktivschichten auf Basis von Graphenoid-schaum-geträgerten Legierungskatalysatoren für NT-PEM-Kathoden (GRA2KAT)“	DFI, MX Uni Saarland, ZBT	01.10.2017	31.03.2020
19695	N	Weiterentwicklung eines thermochemischen Wärmespeichers für Hochtemperaturanwendungen bis 550 °C	IUTA, MPI KF	01.10.2017	31.03.2020
19740	N	Modellierung eines Analyse- und Bewertungssystems Big Data-basierter Geschäftsmodelle bei KMU für die Bereiche Logistik, Produktion und Service	BWL TU München, LSO TU München	01.01.2018	30.06.2019
19741	N	Crowdsourcing und Spielifizierung im individuellen modularen Hausbau	LSO TU München, BWL TU München	01.10.2017	31.03.2019
19742	N	Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund	BWL TU München, IUTA	01.10.2017	31.03.2020
19815	N	Entwicklung von Präventions- und Regenerierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Standzeiten von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen unter realen Betriebs- und Schadgasszenarien	ZBT, NEXT ENERGY	01.01.2018	30.09.2020
19816	N	Entwicklung eines dauerhaften PEMFC-Stacks bei zyklischer Frost-Tau-Wechsel Belastung	ZBT	01.01.2018	30.06.2020
19817	BG	Entwicklung von kostengünstigen und nachhaltigen Elektrodensystemen auf Basis von optimierten Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse	IUTA, WEI WHS, FT Mittweida	01.11.2017	30.04.2020
19818	N	Entwicklung von zwischen hydrophilem und hydrophobem Zustand magnetisch schaltbaren Schichten zur Verbesserung des Wassertransports in PEM-Brennstoffzellen (HYDROMAG)	CMP U Paderborn, ZBT	01.01.2018	31.12.2020
19900	BG	Entwicklung einer modularen Wasch- und Aktivierungseinheit mit Reagenzeindüsung in AC/DC-Plasmen zur Inline-Funktionalisierung und direkten Nassabscheidung von Nanopartikeln aus der Gasphasensynthese für stabile, prozessierbare Suspensionen	IUTA, MVT BTU, IVG UDE	01.01.2018	30.06.2020
19918	N	Verbesserung der Drainageeigenschaften von Koaleszenzfiltermedien durch gemusterte Funktionalisierung	IUTA, DTNW	01.01.2018	31.12.2020

19976	BG	Entwicklung katalytisch aktiver Materialien auf Cer-oxid- und Zirkoniumoxid-Basis für die Anwendung in Festoxid-Brennstoffzellen (KatCe)	IUTA, UP Transfer	01.02.2018	30.06.2020
19977	N	Verhalten von Adsorptionsfiltern und -medien für die Raumlufttechnik gegenüber innenraumrelevanten Schadstoffen während der Betriebsdauer	NPPT UDE, IUTA	01.02.2018	31.12.2020
20073	BG	Entwicklung innovativer Trennphasen für rein wässrige flüssigkeitschromatografische Anwendungen auf Basis von Perlcellulose	IUTA, FhG IAP	01.11.2018	31.01.2021
20075	BG	Entwicklung eines IT-Tools zur Bewertung und Auswahl von Crowdsourcingplattformen für den Einsatz in KMU sowie auch zur Steuerung der Crowdsourcingaktivitäten im Unternehmen	LSO TU München, WI Uni P	01.06.2019	31.05.2021
20180	BG	Entwicklung einer digitalen Corporate Entrepreneurship Plattform mit integrierter Innovationsschulung und Ideen- und Innovationsmanagement zur Stärkung der Innovationskraft und Optimierung der Integration von Tagesgeschäft und Innovationen bei KMU	LSO TU München, IMCS TU Freiberg	01.08.2019	31.01.2021
20198	N	Organisation und Steuerung von Baustellenprozessen in der modularen Gebäudenachverdichtung zur Optimierung von Kosten, Zeit sowie Ressourceneffizienz	BWL TU München, IPH Hannover	01.11.2018	31.10.2020
20209	BG	Entwicklung einer kosteneffizienten ferritischen Bipolarplatte mit MAX-Phasen-Korrosionsschutz für die Anwendungen in portablen und mobilen Brennstoffzellensystemen	ZBT, INP Greifswald, MPI EF	01.08.2019	31.07.2021
20254	N	Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Elektrofiltern in der Raumlufttechnik unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz	NPPT UDE, IUTA	01.11.2018	31.10.2020
20305	N	Mehrphasenströmungssimulation zur verfahrenstechnischen Optimierung der Herstellung prozessierbarer Dispersionen aus hochspezifischen gasgetragenen Nanopartikeln mittels direkter Überführung in Trägerflüssigkeiten (ODIN)	IUTA	01.03.2019	28.02.2021
20388	BG	Absorptions- und Reemissionsvorgänge von Quecksilber in Wäschern zur Entschwefelung von Verbrennungsabgasen	IUTA, EVT TUD	01.01.2019	30.06.2021
20392	N	Der Einfluss der Staubbelastung auf die chemische Alterung abreinigbarer Filtermedien – Laborversuche vs. Alterung der Medien im realen Einsatz in industriellen Anlagen	NPPT UDE, DTNW, IUTA	01.01.2019	31.12.2020
20478	N	Entwicklung von Verfahren zur Bestimmung und Elimination von Nitrosaminen bei der (Ab-)Wasseraufbereitung mittels Ozon (Nitr-O-zon)	IUTA, IDT H-BRS	01.02.2019	30.04.2021
20666	N	Entwicklung eines portablen Messgerätes zur Vor-Ort-Prozesskontrolle und Erfassung von Schadstoffen in Wasser auf Basis der Nano-Flüssigkeitschromatografie und Ionenmobilitätsspektrometrie (Mini-LAB)	IUTA, GEML Uni Hannover	01.05.2019	31.10.2021
20688	N	Entwicklung eines photoakustischen Tandemresonators (PATR) zur In-situ- und Online-Detektion von Öldampf und Öltröpfchen in komprimierten Aerosolen bei Drücken bis 300 bar	IUTA, IPC HHU	01.05.2019	30.04.2021
20694	N	Integration der durch Business Analytics gewonnenen Erkenntnisse im Managementprozess durch die Sicherung derer Akzeptanz und verzerrungsfreien Interpretation	IPRI, LSO TU München	01.04.2019	31.03.2021
20738	BG	GraphenBlocker – Kosteneffizienter Herstellungsprozess für protonenleitende Hochleistungsmembranen mit Graphen-Diffusionssperre für die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle	INP Greifswald, TFT KIT Karlsruhe, ZBT	01.07.2019	30.06.2021
20761	N	Wasserstoffabtrennung aus Erdgas/Wasserstoffgemischen durch Metallhydride	IUTA, MPI KF	01.10.2019	31.03.2022

20781	N	Verfahrensentwicklung zur Bestimmung der Proteinkonformation auf Basis der oberflächenverstärkten Ramanspektroskopie am Beispiel monoklonaler Antikörper	IUTA, AMO	01.08.2019	31.10.2021
-------	---	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	------------	------------

Forschungsprojekte anderer Forschungsvereinigungen mit Beteiligung des IUTA im Jahr 2019

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit		
			Anfang	Ende	
18199	BG	Entwicklung eines mikrofluidischen SlipChips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels Online-Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie	IUTA, IAC UDE	01.01.2017	31.12.2019
19095	N	Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM ₁ , PM _{2,5} und PM ₁₀	IVG UDE, IUTA	01.07.2016	30.06.2019
19106	BG	Grundlagen zur Konservierung elektrischer Ladungen in organischen Dünnschichten	DTNW, TITV, IUTA	01.01.2017	30.06.2019
19350	N	Entwicklung eines neuartigen katalytischen Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien	fem, IUTA	01.03.2017	30.06.2019
19678	N	Adsorption von Perfluorierten Tensiden (PFT) an textilen Filtermedien	DTNW, IUTA	01.09.2017	29.02.2020

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
AMO	Gesellschaft für Angewandte Mikro- und Optoelektronik mbH, Aachen
AOC Uni Köln	Universität Köln, Institut für Anorganische Chemie, Lehrstuhl für Anorganische und Materialchemie
AOC Uni P	Universität Potsdam, Institut für Chemie, AK Holdt
BWL TU München	Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
CMP U Paderborn	Universität Paderborn, Coatings, Materials & Polymers, Technische Chemie – Arbeitskreis Bremser
DFI	DECHEMA Forschungsinstitut, Frankfurt
DTNW	Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V., Krefeld
ET UDE	Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik
EVT TUD	Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik
fem	fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd
FG Kalk	Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V., Köln
FhG IAP	Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP, Potsdam
FhG IFAM	Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Dresden
FhG UMSICHT	Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT, Oberhausen
FT Mittweida	Hochschule Mittweida (FH), Fachgruppe Fertigungstechnik
FT UDE	Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE – Fertigungstechnik
GEML Uni Hannover	Leibniz Universität Hannover, Institut für Grundlagen der Elektrotechnik, Fachgebiet Sensorik und Messtechnik
HSG IMIT	Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V., Villingen-Schwenningen
IAC UDE	Universität Duisburg-Essen, Instrumentelle Analytische Chemie
icbm	Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg
IDT H-BRS	Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Institut für Detektionstechnologien

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
IMCS TU Freiberg	TU Bergakademie Freiberg, Lehrstuhl für Internationales Management und Unternehmensstrategie
IMS CHIPS	Institut für Mikroelektronik, Stuttgart
IMVT KIT	Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Mikroverfahrenstechnik
INC	Institut für Nichtklassische Chemie e.V. an der Universität Leipzig
INP Greifswald	Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP Greifswald)
IPC HHU	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Physikalische Chemie, Flüssigphasen-Laserspektroskopie
IPH Hannover	Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
IPRI	IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart
ITMC RWTH Aachen	RWTH Aachen, Institut für Technische und Makromolekulare Chemie
IUTA	Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Duisburg
IVG UDE	Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik
LKT FAU Nürnberg	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Kunststofftechnik
LRT-7 Uni München	Universität der Bundeswehr München, Institut für Strömungsmechanik und Aerodynamik LRT-7
LSO TU München	Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation
LTV Uni Kaiserslautern	Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
Mikrotech WHS	Westfälische Hochschule Gelsenkirchen, Westfälisches Energieinstitut, Arbeitsgruppe Mikrotechnik
MPI EF	Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
MPI KF	Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim
MVT BTU	Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik
MVT Uni KL	Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
MVT/WT Uni DuE	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik/Wassertechnik
MX Uni Saarland	Universität des Saarlandes, Physikalische Chemie
NEXT ENERGY	DLR-Institut für vernetzte Energiesysteme e.V., Oldenburg
NPPT UDE	Universität Duisburg-Essen, Nanopartikel-Prozesstechnik
OWI	Oel-Wärme-Institut gGmbH, Herzogenrath
PMP TU D	Technische Universität Dresden, Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik, Professur für Mess- und Prüftechnik
PTS-IZP	Papiertechnische Stiftung Papiertechnisches Institut PTS-IZP, Heidenau
SM BCI TU Dortmund	Universität Dortmund, Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl Strömungsmechanik
TAC Leipzig	Universität Leipzig, Institut für Technische Chemie
TCHEM UDE	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Technische Chemie I (Prof. Barcikowski)
TFT KIT Karlsruhe	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Professur Thin Film Technology
TITV	Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V., Greiz
TVT UDE	Universität Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik
UP Transfer	UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam
WEI WHS	Westfälische Hochschule Gelsenkirchen, Westfälisches Energieinstitut, AG Wasserstoffenergiesysteme
wfk	wfk – Cleaning Technology Institute e.V., Krefeld
WI Uni P	Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government
ZBT	Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg

4.7 Veranstaltungen

Girls' Day 2019 im IUTA

28.03.2019

Es ist inzwischen schon Tradition, dass IUTA am Girls' Day junge Schülerinnen einlädt, um ihnen einen Einblick in die sog. MINT-Berufe (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) zu geben und Interesse daran zu wecken. 14 Mädchen der 8. Jahrgangsstufe der Heinrich-Heine-Gesamtschule aus Duisburg-Rheinhausen und ein Mädchen des Don-Bosco-Gymnasiums aus Essen waren am 28. März 2019 im IUTA zu Gast.



Abb. 4-1: Schülerinnen der Duisburger Heinrich-Heine-Gesamtschule des Essener Don-Bosco-Gymnasiums beim Girls' Day 2019

Durch die sehr breit gefächerte interdisziplinäre Ausrichtung des IUTA konnte ein Eindruck über die beruflichen Inhalte sehr unterschiedlicher Arbeitswelten vermittelt werden, beginnend mit der mehr handwerklich orientierten Schweißtechnik hin zur analytischen Laborarbeit im Bereich der Umwelttechnik und ihren Schwerpunkten in Chemie, Physik und Verfahrenstechnik.

Am Rasterelektronenmikroskop beobachteten die Schülerinnen die Unterschiede in den Oberflächen von Pollen und Titandioxidnanopartikeln und den Nutzen des Instruments bei der Aufklärung von Strukturen.

Im Untersuchungsraum des Wassertechnikums charakterisierten die Schülerinnen Membranfilter aus einer Umkehrosmoseanlage für die Wasserreinigung. Hierbei konnten sie nach einer kurzen Einführung in die Technologie selbst Filterbeläge anhand von bestimmten Merkmalen beurteilen und den Zustand der Filtermembranen bewerten. Mit einer Apparatur für Druck- und Vakuumtests konnten sie schließlich auch die Integrität von Membranmodulen testen.

Das Arbeitsfeld eines Chemielabors ist äußerst facettenreich. Dies wurde deutlich gemacht durch Experimente, die die Schülerinnen nahezu selbstständig durchführen konnten: einerseits als analytisches Verfahren für die Konzentrationsbestimmung von unterschiedlich konzentrierten Flüssigkeiten mithilfe der UV-Spektrometrie, andererseits die galvanische Abscheidung von Metallen nach der Spannungsreihe der Metalle und dem Vergolden einer Eincentmünze über eine Zinklösung.



Abb. 4-2: Schülerinnen im Untersuchungsraum des Wassertechnikums

Ein Highlight für die Mädchen war die Gelegenheit, in einer kompletten Schweißermontur den fehlenden Arm eines Schraubenmännchens mithilfe eines Elektroschweißgeräts selbst anzubringen und das bearbeitete Exemplar als Andenken mitzunehmen.

IUTA präsentiert sich bei der 5-Jahres-Feier der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft

02.04.2019

„Forschung Made in NRW – 5 Jahre Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF)“ war der Titel einer Festveranstaltung, bei der die JRF in der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste in Düsseldorf ihr Jubiläum feierte. Die JRF ist die Forschungsgemeinschaft des Landes NRW und hat sich in den fünf Jahren ihres Bestehens nachhaltig in der nordrhein-westfälischen Wissenschaftslandschaft etabliert. Dass NRW als einziges Bundesland über eine eigene Forschungsgemeinschaft verfügt, macht die JRF einzigartig.



Abb. 4-3: Festveranstaltung der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) in der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste

Wie hat sich die JRF in den vergangenen Jahren entwickelt? Wo steht sie heute und welchen Beitrag kann sie in Zukunft leisten, um den drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen zu begegnen? Diese und viele weitere Fragen wurden gemeinsam in der JRF am 2. April 2019 diskutiert. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch die Begleitausstellung „Forschung und Kooperation in der JRF“, bei

der sich die Gelegenheit bot, alle 15 JRF-Institute näher kennen zu lernen.

Fortbildung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika“

04. + 05.05.2019 und
05.11.2019

Fortbildungsveranstaltungen mit dem Thema „Sicherer Umgang mit Zytostatika“ werden seit fast 20 Jahren regelmäßig von IUTA durchgeführt, im Jahr 2019 am 04. + 05. Mai sowie im Rahmen der *IUTA-InnovationsTage*, die vom 5. – 7. November auf dem IUTA-Gelände in Duisburg stattfanden.

26. Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

09.05.2019

Zum 26. Mal fand am 09. Mai 2019 der Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) auf dem Gelände der AiF-Projekt GmbH in Berlin statt. 300 kleine und mittlere Unternehmen und industriennahe Forschungseinrichtungen – darunter IUTA – präsentierten etwa 200 Ergebnisse ihrer Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die mit Unterstützung des BMWi möglich wurden. IUTA war in diesem Jahr mit zwei Projekten vertreten und stellte den knapp 2.000 Gästen die Ergebnisse des INNO-KOM-Projekts „Entwicklung einer Untersuchungsmethode für die Ursachenermittlung von Silikatbelägen auf Umkehrosmosemembranen mittels REM-EDX“ sowie des IGF-Projektes 19145 N „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter“ vor.

Die präsentierten Exponate und Poster wurden mit potenziellen Projektpartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft und interessierten Politikern angeregt diskutiert.

IUTA auf der FILTECH in Köln

22. – 24.10.2019

Vom 22. bis 24. Oktober 2019 besuchten ca. 16.500 Teilnehmer aus insgesamt 75 Nationen die internationale Filtrationsmesse FILTECH mit 428 Ausstellern in Köln. Wie bereits in den Jahren zuvor war das IUTA wieder mit einem Informationsstand vertreten. Mit Postern, Flyern und Broschüren präsentierte der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* sein vielfältiges Angebot im Bereich der Filtration von Raumluft, Druckluft und Prozessgasen.

Die Publikums-Resonanz am IUTA-Stand war auch in diesem Jahr erfreulich hoch. Mehr als 60 Gesprächstermine mit bestehenden und neuen Kunden sowie Projektpartnern wurden wahrgenommen, wobei ein hoher Prozentsatz auf Erstkontakte entfiel. Neben der Anbahnung neuer Forschungsprojekte war eine vermehrte Nachfrage nach Filterprüfungen zu verzeichnen. Das IUTA plant, auch bei der nächsten FILTECH im Februar 2021 wieder mit einem Messestand präsent zu sein.

11. FiltrationsTag (IUTA-InnovationsTage)

05.11.2019

Die Adsorption als Verfahren zur Reinigung der Luft für Innenräume bildete einen Schwerpunkt auf dem *11. FiltrationsTag*. Deren Anwendung und Bedeutung im Kfz-Bereich war verbunden mit der Diskussion über den Wandel in der Automobilindustrie und den sich daraus auch ergebenden Auswirkungen auf die Filterbranche.

Unter diesem Aspekt fanden die präsentierten neuen Entwicklungen und Forschungsergebnisse besondere Aufmerksamkeit. Mit Spannung erwartet und verfolgt wurden am frühen Nachmittag die Ausführungen von Prof. Ferdinand Dudenhöffer von der Universität Duisburg-Essen zum Thema „Zeitenwende in der Autoindustrie“. In seinem Beitrag ging Prof. Ferdinand Dudenhöffer auch auf Zusammenhänge zwischen Elektromobilität und dem Klimawandel ein.



Abb. 4-4: IUTA-Mitarbeiter/-in am FILTECH-Messestand

Das Thema löste eine leidenschaftliche Diskussion unter den anwesenden Experten aus. Die fast revolutionären Umbrüche stellen auch neue Anforderungen im Bereich der Luftfiltration bzw. -aufbereitung, worauf FuE mit neuen Ansätzen reagieren. Der Tag wurde durch aktuelle Beiträge aus der Filtrationsforschung und rege Gespräche an den Ständen der 17 Industrieaussteller abgerundet. Termin für den **12. FiltrationsTag** ist der 10.11.2020.



Abb. 4-5: Etwa 150 Teilnehmer fanden sich am IUTA zum 11. *FiltrationsTag* ein

2. ZytostatikaTag (IUTA-InnovationsTage)

06.11.2019

Die Themen Arbeitsschutz & Produktsicherheit bildeten die Schwerpunkte des **2. IUTA-ZytostatikaTages**, bei dem neben den Fachvorträgen 15 Industrieaussteller ihre Produkte vorstellten. Unterschiedliche Arbeitsweisen und Automatisierungsmöglichkeiten standen im Fokus. So stellte Prof. Dr. Jörg Breitzkreutz von der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in seinem Vortrag „Personalisierte Herstellung von Arzneimitteln mittels 3D-Druck“ die aktuellen Möglichkeiten und die Zukunft patientenindividueller Arzneimittelversorgung dar. In einer lebhaften Diskussion wurde der Fall Bottrop und seine Auswirkungen auf die Überwachung aufgearbeitet. Ergebnisse von behördlichen Überwachungen von Applikationsbeuteln als auch der von Apotheken selbst initiierten Untersuchungen aus Rückläufern zeigen, dass eine sehr hohe Qualität in der Zytostatikaherstellung besteht.

Den Abschluss des *ZytostatikaTages* bildete die Vorstellung aktueller Ergebnisse der europäischen MASHA-Studie zur Arbeitsweise und zu Kontaminationsrisiken in Apotheken und Krankenhäusern von Dr. Ewelina Korczowska. Termin für den **3. ZytostatikaTag** ist der 11.11.2020.



Abb. 4-6: In seinem Vortrag befasste sich Dr. Tilman Schöning (Universitätsklinikum Heidelberg) mit der Automatisierung in der Zytostatika-Zubereitung

4. AnalytikTag (IUTA-InnovationsTage)

07.11.2019

Der **4. IUTA-AnalytikTag** bildete den Abschluss der Veranstaltungsreihe. Obwohl die Laborautomation schon seit vielen Jahren einen hohen Stellenwert im Bereich der Analytik einnimmt, sind viele Laborprozesse immer noch durch einen hohen Grad an manuellen Arbeitsschritten gekennzeichnet. Insbesondere bei kleinen Laboren oder kleinen Laboreinheiten in größeren Unternehmen stellt die digitale Transformation klassischer Workflows eine Herausforderung dar. Im Rahmen des **4. IUTA-AnalytikTages** wurden die Themen Automation und Digitalisierung mit Fokus auf die mobile kollaborative Robotik in den Vordergrund gestellt. Ca. 100 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft haben an dieser Veranstaltung teilgenommen, die durch eine Industrieausstellung von 19 Unternehmen aus dem Bereich der instrumentellen Gerätetechnik sowie den der SmartLAB-Netzwerkinitiative angehörenden Unternehmen flankiert wurde. Termin für den **5. AnalytikTag** ist der 12.11.2020.

Wissenschaftliches Kolloquium

Im Wissenschaftlichen Kolloquium präsentieren Nachwuchswissenschaftler/-innen der verschiedenen IUTA-Bereiche und des Lehrstuhls für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Duisburg-Essen den aktuellen Stand ihrer Arbeiten und stellen sich dem wissenschaftlichen Diskurs. Im Anschluss an die Diskussion setzen sich die Wissenschaftler/-innen sachlich und kritisch mit dem Vortrag, dem Vortragstil und der Art der Präsentation auseinander. Dadurch erhalten die Doktoranden/-innen und Mitarbeiter/-innen ein konstruktives Feedback und werden auf Konferenzen und Tagungen vorbereitet. Im Jahr 2019 wurden 11 Vorträge gehalten.

Forschungsbeirat

Am 26.02.2019 fand die Frühjahrssitzung des Forschungsbeirates statt. Es wurden insgesamt 17 Forschungsanträge, die im Rahmen der Gemeinschaftsforschung IGF bei der AiF eingereicht werden sollen, evaluiert, begut-

achtet und Vorschläge zur Antragsverbesserung gegeben. Bei der Herbstsitzung am 04.09.2019 lagen 13 Forschungsanträge zur Begutachtung vor. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 9 Vorhaben evaluiert. Im Forschungsbeirat engagieren sich 50 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft.



Abb. 4-7: Teilnehmer der Frühjahrssitzung des IUTA-Forschungsbeirates

IUTA-Veranstaltungskalender 2019

23. Januar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19650 BG: „Modifikationen und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Deaktivierung und Wirtschaftlichkeit“	Universität Leipzig, Leipzig
24. Januar	Industrieausschuss IGF Cornet Projekt 202 EN „Assessment of advanced photocatalytic oxidation process for micropollutant elimination in municipal and industrial waste water treatment plants (AOPTI)“	Duisburg
24. Januar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19681 N: „Entwicklung eines hochselektiven und ultrasensitiven Verfahrens zur quantitativen Bestimmung ausgewählter Hormone in Wasser auf Basis der Fluoreszenzdetektion“	Duisburg
31. Januar/ 1. Februar	Kick-off zur 2. Förderphase zum NRW Forschungskolleg „FutureWater“	Oer-Erkenschwick
5. Februar	Projektmeeting: „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter“, Projekt-Nr. 19145	IUTA, Duisburg
7. Februar	Projektmeeting zum ZIM-Vorhaben Entwicklung und Validierung eines neuartigen Detektionsverfahrens auf Basis der Gasentladungsspektroskopie für die mobile und stationäre Kopplung mit der Gaschromatografie	SIM, Oberhausen
11. Februar	Kickoff-Meeting zum Vorhaben NPBioPhos – 031B0668: „Erforschung und Erschließung des Bioraffinerie-Nutzungspotenzials phosphorhaltiger Biomoleküle für nachhaltige Anwendungen im Sinne einer effizient-ökonomischen Rohstoff-Veredlung“	IBZ-HL, Hohen Luckow
13. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19661 N: „Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen“	IUTA, Duisburg
14. – 15. Februar	Successful R&I in Europe 2019: 10th European Networking Event	Düsseldorf
26. Februar	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
27. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19074 N: „Entwicklung einer In-situ-Sulfitbestimmung in Meerwasser“	IUTA, Duisburg
6. März	iMulch kick-off-Meeting	Duisburg
6. März	Projektmeeting: „Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung des Oxidativen Potenzials von luftgetragenen Partikeln mithilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronenspin-Resonanz-Spektrometrie“	Duisburg
18./19. März	5. Projektmeeting zum BMBF-Projekt „Tracking von (Sub)Mikroplastik unterschiedlicher Identität – Innovative Analysetools für die toxikologische und prozesstechnische Bewertung (SubµTrack)“	München
25. – 29. März	2nd BIORIMA Training School	Venedig, Italien
28. März	Girls Day	IUTA, Duisburg
28. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19147 N: „Entwicklung eines Monitoringsystems zur kontinuierlichen Überwachung der Hygiene von raumluftechnischen Anlagen durch kumulative Erfassung von mikrobiellen Luftverunreinigungen mittels <i>ion jelly</i> -Detektor“	IUTA, Duisburg
29. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 18199 BG: „Entwicklung eines mikrofluidischen Slip-Chips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels online Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie“	IUTA, Duisburg
29. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19144 N: „Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes“	Duisburg
29. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 20073 BG: „Entwicklung innovativer Trennphasen für rein wässrige flüssigkeitschromatografische Anwendungen auf Basis von Percolulose“	Duisburg
29. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 18199 BG: „Entwicklung eines mikrofluidischen Slip-Chips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels online Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie“	Duisburg

2. April	„Mehrphasenströmungssimulation zur verfahrenstechnischen Optimierung der Herstellung prozessierbarer Dispersionen aus hochspezifischen gasgetragenen Nanopartikeln mittels direkter Überführung in Trägerflüssigkeiten (ODIN)“, Projektmeeting	Duisburg
4. April	„Entwicklung einer modularen Wasch- und Aktivierungseinheit mit Reagenzeindüsung in AC/DC-Plasmen zur Inline-Funktionalisierung und direkten Nassabscheidung von Nanopartikeln aus der Gasphasensynthese für stabile, prozessierbare Suspensionen (WARP)“, Projektmeeting	Cottbus
4. + 5. April	Fortbildung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika“	Duisburg
9. April	Projektmeeting zum LFP-Vorhaben L 1.18 der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall)	IUTA und FEhS, Duisburg
29. + 30. April	„InnoMat.Life – Innovative Materialien und neue Produktionsverfahren: Sicherheit im Lebenszyklus und der industriellen Wertschöpfung, InnoMat.Life – Kick-Off Treffen“	Berlin
8. Mai	Projekttreffen zum r+Impuls – Verbundvorhaben: Kompass – „Kontinuierliche Öl und Metallrückgewinnungs-Prozessanlage für Schlämme und Späne“	RHM-Gruppe, Herne
9. Mai	Industrieausschuss IGF-Projekt 19695 N: „Weiterentwicklung eines thermochemischen Wärmespeichers für Hochtemperaturanwendungen bis 550 °C“	MPI für Kohlenforschung, Mülheim a. d. Ruhr
9. Mai	Teilnahme am 26. Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)	Berlin
16. Mai	Sitzung des Wissenschaftlichen Kuratoriums	Duisburg
22. Mai	texSorb Kick-off Meeting, Leitmarkt Agentur NRW NW-2-2-012 „Entwicklung von textilen Adsorbentien zur Adsorption von Spurenstoffen aus kommunalen Abwässern nach biologischer Aufbereitung“	Duisburg
22. + 23. Mai	„Entwicklung von kostengünstigen und nachhaltigen Elektrodensystemen auf Basis von optimierten Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse (IT-PEM)“, Projektmeeting	Mittweida
3. Juni	InnoSysTox-Verbund: N3rvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen“, N3rvousSystem – Projektabschlussstreffen	IRAS, Utrecht, Niederlande
4. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 20305 N: „Mehrphasenströmungssimulation zur verfahrenstechnischen Optimierung der Herstellung prozessierbarer Dispersionen aus hochspezifischen gasgetragenen Nanopartikeln mittels direkter Überführung in Trägerflüssigkeiten (ODIN)“	IUTA, Duisburg
6. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 19350 N: „Entwicklung eines neuartigen katalytisch aktiven Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien“	Nonnenmacher GmbH, Ölbronn-Dürren
14. Juni	HyperSol Kick-off-Meeting, Leitmarkt Agentur NRW NW-2-2-022 „Hybrider plasmomisch verstärkter Photokatalysator zur Erzeugung solarer Brennstoffe“	Aachen
17. Juni	Mitgliederversammlung IUTA und Verwaltungsratssitzung	IUTA, Duisburg
18. Juni	5. Sitzung der DWA-Arbeitsgruppe GB-5.1 „Spurenstoffmonitoring von Eintragspfaden und Fließgewässern“	Duisburg
3. Juli	Industrieausschuss IGF-Projekt 19742 N: „Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund“	Kalkwerk Oetelshofen, Wuppertal
9. Juli	Abschlussgespräch zum LFP-Vorhaben L 1.18 der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall)	Regierungspräsidium Kassel
10. Juli	Industrieausschuss IGF-Projekt 19144 N: „Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes“	Duisburg
11. Juli	13. SmartLAB Netzwerktreffen	Duisburg
16. Juli	Industrieausschuss IGF-Projekt 20666 N: „Entwicklung eines portablen Messgerätes zur Vor-Ort-Prozesskontrolle und Erfassung von Schadstoffen in Wasser auf Basis der Nano-Flüssigkeitschromatografie und Ionenmobilitätsspektrometrie (MiniLAB)“	Duisburg

4. September	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
10. September	Joint BIORIMA/GRACIOUS IATA Workshop	Salzburg, Österreich
20. September	Projektmeeting zum ZIM-Vorhaben „Entwicklung und Validierung eines neuartigen Detektionsverfahrens auf Basis der Gasentladungsspektroskopie für die mobile und stationäre Kopplung mit der Gaschromatografie“	IUTA, Duisburg
25. September	InnoMat.Life – Innovative Materialien und neue Produktionsverfahren: Sicherheit im Lebenszyklus und der industriellen Wertschöpfung, InnoMat.Life – Kick-Off Treffen	Frankfurt
26. September	Nanocare 4.0 Clustertreffen 2019	Frankfurt
2. Oktober	Projektmeeting zum UBA-Vorhaben „Experimentelle Bestimmung typischer Dioxin/Furan-Profile in der Luft in einer von holzbetriebenen Heizungen stark belasteten Region und zusätzliche Ermittlung der dl-PCB Belastung im ländlichen Hintergrund“; FKZ: 3717 522530	UBA, Dessau
21. Oktober	Industrieausschuss IGF-Projekt 20388 BG: „Absorptions- und Reemissionsvorgänge von Quecksilber in Wäschern zur Entschwefelung von Verbrennungsabgasen“	Universität Dresden, Dresden
22. – 24. Oktober	Messestand des IUTA auf der Filtrationsmesse FILTECH	Köln
4. November	Adsorptionsseminar „Grundlagen der Adsorption für Multieffektfilter“	IUTA, Duisburg
5. November	<i>11. IUTA-FiltrationsTag</i>	IUTA, Duisburg
5. + 6. November	Fortbildung „Sicherer Umgang mit Zytostatika“	IUTA, Duisburg
6. November	<i>2. IUTA-ZytostatikaTag</i>	IUTA, Duisburg
6. November	14. SmartLAB Netzwerktreffen	Duisburg
7. November	<i>4. IUTA-AnalytikTag</i>	IUTA, Duisburg
7. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19144 N: „Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes“	Duisburg
7. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 20073 BG: „Entwicklung innovativer Trennphasen für rein wässrige flüssigkeitschromatografische Anwendungen auf Basis von Perlcellulose“	Duisburg
8. November	Kombinierte Mitgliederversammlung IUTA, Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung FVEU	IUTA, Duisburg
19. November	Industrieausschuss – „Verhalten von Adsorptionsfiltern und -medien für die Raumlufttechnik gegenüber innenraumrelevanten Schadstoffen während der Betriebsdauer“, IGF-Vorhaben-Nr. 19977 N	Neukirchen-Vluyn
19./20. November	5. Projektmeeting zum BMBF-Projekt „Tracking von (Sub)Mikroplastik unterschiedlicher Identität – Innovative Analysetools für die toxikologische und prozesstechnische Bewertung (SubµTrack)“	München
21. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19650 BG: „Modifikationen und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Deaktivierung und Wirtschaftlichkeit“	IUTA, Duisburg
22. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19742 N „Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund“	Schwaben regenerativ GmbH, Dillingen,
28. + 29. November	1st meeting NOAA Mandate, NOAA in the workplace, projects 1 (Sampling and counting rules for the characterization of airborne NOAA by EM) and 2 (Low cost sensors for measuring NOAA), Kick-off-Treffen	Delft, Niederlande
2. Dezember	REFINE Workshop (Decision Support System Stakeholder Interaction Workshop)	Utrecht, Niederlande

5. Dezember	Projektmeeting HyperSol, Leitmarkt Agentur NRW NW-2-2-022 "Hybrider plasmonisch verstärkter Photokatalysator zur Erzeugung solarer Brennstoffe"	Bonn
10. Dezember	Industrieausschuss IGF-Projekt 19661 N: „Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen“	Universität Duisburg-Essen, Duisburg
11. Dezember	Industrieausschuss – „Verbesserung der Drainageeigenschaften von Koaleszenzfiltern“ (VEDKOF), IGF-Vorhaben-Nr. 19918 N	Krefeld
11. Dezember	Industrieausschuss „Entwicklung eines photoakustischen Tandemresonators (PATR) zur In-situ- und Online-Detektion von Öldampf und Öltröpfchen in komprimierten Aerosolen bei Drücken bis 300 bar“ (EPATIKA), IGF-Vorhaben Nr. 20688 N	Krefeld
12. Dezember	„Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung des oxidativen Potenzials von luftgetragenen Partikeln mithilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronenspin-Resonanz-Spektrometrie“, Projektmeeting	Gelsenkirchen

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen

Dipl.-Ing. J. Schiemann

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen

Vorstandsvorsitzender der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF)
 Vorsitzender ProcessNet-Fachausschuss „Adsorption“ (DECHEMA/VDI-GVC)
 Gewählter Fachgutachter der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen AiF e.V.
 Mitglied des Präsidiums des FIR e.V., JRF-Forschungsinstitut an der RWTH Aachen
 Berufenes Mitglied im Fachbeirat „Umweltschutztechnik“ der Kommission Reinhaltung der Luft (VDI-KRdL)
 Obmann VDI-Richtlinie 3674 „Abgasreinigung durch Adsorption“
 Obmann VDI-Richtlinie 3928 „Abgasreinigung durch Chemisorption“
 Gutachter für diverse Forschungsförderer und Fachzeitschriften

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“
 Berufenes Mitglied im Normenausschuss VDI 2292 „Emissionsminderung bei Kühlgeräterecyclinganlagen – Kennwerte für die Trockenlegung und Entgasung“
 Berufenes Mitglied im Normenausschuss VDI 3468 „Emissionsminderung-Anlagen zur chemisch-physikalischen Behandlung von Abfällen“
 Berufenes Mitglied im deutschen Spiegelgremium der Cenelec, DKE AK 191.0.6 für EN 50626-X, EN 50-574-X
 Mitglied in AG 2 Bildschirmgeräte des AK EAG-Behandlungsanforderungen des UBA
 Mitglied in AG 4 Kunststoffe des AK EAG-Behandlungsanforderungen des UBA
 Mitglied in AG 6 Kühlgeräte des AK EAG-Behandlungsanforderungen des UBA
 Mitglied im Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“

Dr.-Ing. S. Haep

Gutachter für das EU-H2020-Programm
 Gewählter Fachgutachter der AiF (Gutachtergruppe 2: Verfahrenstechnik und Energietechnik)
 Mitglied Forschungsbeirat und Aufsichtsrat ZBT
 Mitglied Forschungsbeirat fem
 Mitglied Beirat AiF-Forschungsallianz Energiewende
 Mitglied der Expertengruppe Power-to-Gas der Energieagentur NRW

Prof. Dr.-Ing. H. Fissan

Fellow of American Association for Aerosol Research (AAAR)
 Fellow of International Aerosol Research Association (IARA)
 Internationaler IARA-Fellow-Award
 Ehrenmitglied der Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF)
 VDI-Ehrenmedaille in Gold und Ehrenmitglied AAAR-Fellow-Award (USA)
 Ehrenmitglied des Institutes für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)

Dr.-Ing. C. Asbach

Berufenes Mitglied im ProcessNet-Fachaus-
schuss „Partikelmessstechnik“
Chairman der EU-US Community of Research
„Exposure“
Chairman der Working Group Aerosol Meas-
urement Techniques der European Aerosol
Assembly
Editor der Fachzeitschrift „Aerosol & Air
Quality Research“
Editorial Board Member der Fachzeitschrift
„Journal of Aerosol Science“
Mitglied des Redaktionsbeirats der Fachzeit-
schrift „Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft“
Mitglied des wissenschaftlichen Organisati-
onskomitees der European Aerosol Con-
ference 2019 in Göteborg, Schweden
2. Vorsitzender und berufenes Mitglied der
VDI-DIN-Arbeitsgruppe „Reinraumtechnik“
Berufenes Mitglied der VDI-DIN-Arbeitsgruppe
„Messen von Partikeln in der Außenluft –
Bestimmung der Partikelanzahl“ in der KdRL
Mitglied des CEN/TC137/WG3: Assessment
of Workplace Exposure – Particulate Matter,
sowie des DIN-Spiegelgremiums NA 095-03-
01-01 AK „Staub“
Gutachter für die Max-Buchner-Forschungs-
stiftung der DECHEMA
Gutachter für die Canada Foundation for
Innovation
Gutachter für die Alexander-von-Humboldt-
Stiftung
Gutachter für die Cyprus Research Promotion
Foundation
Gutachter für die Deutsche Forschungsge-
meinschaft
Gutachter für Danish Innovation Fund

Dipl.-Ing. F. Blauth

Mitglied im Arbeitskreis Mikroschadstoffe der
DGMT

Dr. rer. nat. L. Gehrman

DIN Arbeitskreis NA 119-01-03-05-09 „Hormo-
nelle Wirkungen (Xenohormone)“

Dipl.-Ing. A. Hugo

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss
der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
im VDI und DIN VDI 4285 Bl. 3 „Emissionsbe-
stimmung bei diffusen Quellen“

M. Sc. F. Itzel

DIN-Arbeitskreis NA 057-04-01-05 AK –
E-Zigarette und Liquids für E-Zigaretten

Dr. rer. nat. S. Peil

ProcessNet-Arbeitsausschuss Thermische
Energiespeicherung

Dr. rer. nat. S. Schumacher

Nationaler WG17-Experte und Vorsitzender
der Unterarbeitsgruppe 1 im Normenaus-
schuss IEC TC 59 WG 17 „Household and
similar air treatment electrical appliances“
Mitglied im Normungsgremium DKE/
UK 513.10 Kleingeräte
Mitglied im DIN-Spiegelausschuss
NA 060-09-21 AA zu CEN/TC 195 und
ISO/TC 142 im Fachbereich Allgemeine Luft-
technik
Mitglied im VDI/VDE-6MA FA 262 Multigas-
sensorik

Dr. rer. nat. J. Türk

DIN-Arbeitskreis NA 119-01-03-02-16 „LC-
MS/MS Verfahren“
DWA-Arbeitsgruppe IG-2.33 „Abwasser aus
Laboreinrichtungen“
DWA-Arbeitsgruppe GB-5.1 „Spurenstoffmoni-
toring von Eintragspfaden und Fließgewäs-
sern“
Fachausschuss „Oxidative Verfahren“, Was-
serchemische Gesellschaft – Fachgruppe in
der Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.
(GDCh)
Fachausschuss „Non Target Screening“, Was-
serchemische Gesellschaft – Fachgruppe in
der Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.
(GDCh)
VDI-Fachausschuss „Nachhaltigkeit im Bau
und Betrieb von Krankenhäusern (VDI 5800)“

Dipl.-Ing. M. Vogt

Berufenes Mitglied des Richtlinienausschusses VDI 4635 Power-to-Gas
Mitglied des Forschungsnetzwerks Energie
Mitglied der Expertengruppe Power-to-Gas der Energieagentur NRW
Mitglied im Netzwerk Biomasse NRW der Energieagentur NRW
Mitglied des Netzwerks Kraftwerkstechnik der Energieagentur NRW

M. Sc. Laura Welp

Mitglied im Normenausschuss
NA 134-03-07-03 UA Unterausschuss „Probenahme von Bioaerosolen und Erzeugung von Biotestaerosolen“ VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)

Dr. rer. nat. Matthias Wittmar

Mitglied im Normungsgremium
ISO/TC118/SC4/WG1 „Measurement of contaminants in compressed air and performance testing of compressed air equipment“

4.9 Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e.V.

Dr. Jürgen Timmler,
Parker Hannifin Manufacturing Germany
GmbH & Co. KG, Essen

Vorsitzender

Prof. Dr.-Ing. Dieter Schramm,
Universität Duisburg-Essen

Petra Vogt,
Mitglied des Landtags NRW

Stellvertreter

MR a. D. Holger Ellerbrock,
Duisburg

Prof. Dr.- Ing. Bernd Neukirchen,
München

Berufene Mitglieder

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.
(IUTA), Duisburg

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des
Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

Niederrheinische Industrie- und Handelskam-
mer Duisburg-Wesel-Kleve, Duisburg

Stadt Duisburg

Universität Duisburg-Essen

Gewählte Mitglieder

Dr. Birgit Beisheim,
Duisburg

Dr. Frieder Dreisbach,
Waters GmbH – UB TA Instruments, Bochum

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer,
Oberhausen

Dipl.-Ing. Leander Mölter,
Palas® GmbH, Karlsruhe

Prof. Dr. Hermann Josef Roos,
EGK Entsorgungsgesellschaft Krefeld
GmbH & Co. KG

Raik Schönfeld, Blücher GmbH, Erkrath

Karl Schultheis,
Mitglied des Landtags NRW

4.10 Mitglieder des IUTA e.V.

AAF Lufttechnik GmbH, Bensheim

Axel Semrau GmbH & Co. KG, Sprockhövel

Befesa Zinc Duisburg GmbH, Duisburg

Berner International GmbH, Elmshorn

Blücher GmbH, Erkrath

Boll & Kirch Filterbau GmbH, Kerpen

Carbon Service & Consulting GmbH & Co. KG,
Vettweiß

DELBAG GmbH, Herne

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik
e.V., Quakenbrück

Deutsches Reinraum-Institut e.V., Berlin

Donaldson Filtration Deutschland GmbH,
Haan

EGK Entsorgungsgesellschaft Krefeld
GmbH & Co. KG

Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH,
Niederstetten

EMW Filtertechnik GmbH, Dietz

ete.a – Ingenieurgesellschaft für Energie- und
Umweltengineering & Beratung mbH, Lich

Evonik Resource Efficiency GmbH, Hanau

FST GmbH, Essen

Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH,
Paderborn

Green Chiller Verband für Sorptionskälte e.V.,
Berlin

Hauser Umweltservice GmbH, Krefeld

Hengst SE, Münster

Hochschule Niederrhein, Krefeld

Hollingsworth & Vose GmbH, Hatzfeld/Eder

Idealfilter GmbH, Wuppertal

IPH – Institut für integrierte Produktion Hanno-
ver gGmbH, Hannover

K + K Wissen GmbH & Co. KG, Köln

Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

more-Cat GbR, Kamp-Lintfort

National-Bank AG, Duisburg

Palas® GmbH, Partikel- und Lasermess-
technik, Karlsruhe

Parker Hannifin Manufacturing Germany
GmbH & Co. KG, Kaarst

GmbH & Co. KG, Essen

QVKE e.V., Grevenbroich

Stadt Duisburg

Stadtwerke Duisburg AG, Duisburg

Topas GmbH, Dresden

TSI GmbH, Essen

Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn

TWE GmbH & Co. KG, Emsdetten

Universität Duisburg-Essen

Vaillant GmbH, Remscheid

Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg

VSS Umwelttechnik GmbH, Troisdorf

Waters GmbH – UB TA Instruments, Bochum

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT
GmbH, Duisburg

sowie 24 persönliche Mitglieder

Mitglieder im Bereich *Industrielle Gemeinschaftsforschung*:

AAV – Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung, Hattingen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn	TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München
Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V., Berlin	Technische Universität München, Forschungsinstitut für Unternehmensführung, Produktion und Logistik
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V., Quakenbrück	Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiesysteme
Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld	Technische Universität München, Lehrstuhl Strategie und Organisation
Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd	TuTech Innovation GmbH, Hamburg
Förderverein Institut für angewandte Bauforschung Weimar e.V.	Universität Duisburg-Essen, Institut für Produkt Engineering, Duisburg
Fraunhofer IKTS, Hermsdorf	Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik, Duisburg
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP, Potsdam	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Energietechnik, Duisburg
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik, Duisburg
Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen	Universität Paderborn, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Gesellschaft zur Förderung angewandter Information e.V., Berlin	Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Prozesse und Systeme
Hochschule Mittweida, Mittweida	UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam
Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden	Verein zur Förderung der Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik e.V., Oberhausen
IPRI – International Performance Research Institut gGmbH, Stuttgart	Westfälische Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen, Westfälisches Energieinstitut/Wasserstoffenergiesysteme, Gelsenkirchen
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., Greifswald	wfk – Cleaning Technology Institute e.V., Krefeld
Netzwerk ZENIT e.V., Mülheim an der Ruhr	Zentrum für Brennstoffzellen Technik ZBT GmbH, Duisburg
Oel-Wärme-Institut GmbH, Herzogenrath	
Palas® GmbH, Karlsruhe	
Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Kaarst	sowie 5 persönliche Mitglieder

4.11 Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e.V.*Vorsitzender*

Dr. Arthur Heberle, Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH, Duisburg

Stellvertreter

Prof. Dr.-Ing. Klaus Gerhard Schmidt, Kleinmachnow

Mitglieder – Industrie

25 Mitglieder

Mitglieder – Forschungseinrichtungen

4 Mitglieder

Mitglieder – Universitäten

9 Mitglieder

Mitglieder (Persönliche Mitglieder / ohne Zuordnung)

12 Mitglieder

4.12 Mitglieder des Wissenschaftlichen Kuratoriums

Prof. Dr. Hans-Jörg Bart,
Technische Universität Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Roger Gläser,
Universität Leipzig

Prof. Dr. rer. nat. Angelika Heinzl,
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH,
Duisburg

Prof. Dr.-Ing. Stephan Scholl,
Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Christof Schulz,
Universität Duisburg-Essen, Duisburg

Prof. Dr. Isabell M. Welpé,
Technische Universität München

4.13 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments

<p>Bereich:</p> <p>Department:</p> <p>Bereichsleitung/head of unit:</p>	<p>Luftreinhaltung & Aerosole</p> <p>Air Quality & Aerosols</p> <p>Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de</p>	
<p>Gasreinigung hinter verfahrenstechnischen Prozessen</p> <p>Aerosolbildung und Abscheidung in der Abgasreinigung, Quecksilberabscheidung aus Abgasen, Vermessung von Wäschereinbauten im Technikumsmaßstab (z. B. Tropfenabscheider), Komponenteoptimierung (z. B. Nass-elektrofilter), Konzeptanalysen und Gutachtenerstellung</p>	<p>Flue gas cleaning technologies</p> <p>Aerosol formation and separation in flue gas cleaning systems, mercury removal from flue gas, determination of scrubber internals in pilot plant scale, e. g. demister for droplet separation, optimization of unit operations, e. g. wet electrostatic precipitator, evaluation of gas cleaning plants and expertises</p>	<p>Ansprechpartner/Contact person:</p> <p>Dr.-Ing. Margot Bittig (-300) bittig@iuta.de</p> <p>M. Sc. Isabelle Klöfer (-223) kloefer@iuta.de</p> <p>Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257) hugo@iuta.de</p> <p>M. Sc. Katharina Todt (-223) todt@iuta.de</p>
<p>Stoffstromaufbereitung durch Adsorptionsprozesse</p> <p>Adsorptive Aufbereitung flüssiger und gasförmiger Prozessmedien, Abreinigung toxischer Stoffe (z. B. Quecksilber, NO_x) und produktschädigender Verunreinigungen (z. B. organische Komponenten) Anwendungsspezifische Ermittlung und Charakterisierung von Adsorbentien</p>	<p>Mass flow treatment by adsorption</p> <p>Separation processes for solutions from liquid and gaseous process streams by adsorption, removal of toxic substances (e. g. mercury, NO_x) and product interfering impurities (e. g. organic substances), determination and characterization of custom-designed adsorbent materials</p>	<p>Ansprechpartner/Contact person:</p> <p>Dr.-Ing. Margot Bittig (-300) bittig@iuta.de</p> <p>Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257) hugo@iuta.de</p> <p>M. Sc. Isabelle Klöfer (-223) kloefer@iuta.de</p>
<p>Sonderentwicklungen zur Luftreinhaltung</p> <p>Einsatz modifizierter Lichtwellenleiter zur oberflächennahen Beleuchtung TiO₂-beschichteter Strukturen für die Entwicklung photokatalytisch aktiver Filter, Anwendung von Ionisatoren zur bedarfsabhängigen Optimierung der Filtrationsleistung von Elektretfiltern</p>	<p>Special applications for air purification</p> <p>Application of light distributing textile structures with TiO₂-coating for the development of photocatalytically active filters. Application of ionizers to increase filtration performance of electret filters.</p>	<p>Ansprechpartner/Contact person:</p> <p>Dr.-Ing. Siegfried Opiolka (-255) opiolka@iuta.de</p> <p>Dipl.-Ing. Ahmed Bankodad (-255) bankodad@iuta.de</p>
<p>Numerische Mehrphasen-Strömungssimulation</p> <p>Simulation (in-)stationärer Strömungsvorgänge, Modellierung der Partikeldynamik nach Lagrange und Euler, Mehrphasensimulation von Wärme- und Stofftransport mit und ohne chemischen Reaktionen, Entwicklung von Subroutinen zur spezifischen Anpassung der CFD-Software, Simulation der Partikelabscheidung in porösen Körpern/Filtern</p>	<p>Computational fluid dynamics (CFD)</p> <p>Modeling of steady and unsteady flows, simulation of particle dynamics (Lagrange and Euler), multiphase simulation of heat and mass transfer with and without chemical reactions, individual adjustment of the CFD-software by user defined subroutines, modeling particle separation in porous structures and filter media</p>	<p>Ansprechpartner/Contact person:</p> <p>Dipl.-Ing. Till van der Zwaag (-131) vanderzwaag@iuta.de</p> <p>Dipl.-Ing. Thomas Engelke (-131) engelke@iuta.de</p> <p>Dipl.-Ing. Thomas Zeiner (-219) zeiner@iuta.de</p>
<p>Modellbildung verfahrenstechnischer Prozesse</p> <p>Abbildung verfahrenstechnischer Prozesse durch Simulationssoftware (Aspen Plus), Verfahrens-Optimierung (auch in Zusammenarbeit mit anderen Fachabteilungen des IUTA)</p>	<p>Chemical process modeling</p> <p>Chemical process modeling by software-tools (Aspen Plus), Process design and optimization of unit operations and process plants (in cooperation with other IUTA departments)</p>	<p>Ansprechpartner/Contact person:</p> <p>Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257) hugo@iuta.de</p> <p>M. Sc. Sven Meschede (-155) meschede@iuta.de</p>

Entwicklung von Sensorsystemen

Sensorsysteme auf Basis von Ultraschallwandlern und Infrarot-Sensoren (Thermopile-Array), z. B. zur Messung geringer Strömungsgeschwindigkeiten in turbulenzarmen Luftströmungen oder zur Lokalisierung von Personen (Personentracking) im Bereich strömungssensibler Anlagen, Verfahren zur selektiven Detektion von Tracer-Partikeln, z. B. Fluoreszenzpartikel-Zähler und Bioaerosol-Detektorsystem

Ausbreitungsrechnungen

Immissionsprognosen nach TA Luft, Emissions-Immissionsbeziehung, Deposition, Quellstärkenbestimmung (z. B. von industriellen Anlagen), Verkehrsemissionen, Inverse Ausbreitungsrechnung, diffuse Emissionen, Bioaerosole, Einsatz numerischer Modelle: AUSTAL2000, MISKAM©, FDM, CFD, Gutachtenerstellung

Rationelle Energienutzung

Energiekonzepte und Betriebsuntersuchungen, Energiewirtschaftliche Bewertung von Optimierungsmaßnahmen, Beurteilung der Energie- und CO₂-Effizienz von Anlagen, Entwicklung von Benchmarkinginstrumenten zur Beurteilung der Energie- und Emissionseffizienz von energieintensiven Produktionsprozessen

Optimierung von CCS

Optimierung der Effizienz und Effektivität der CO₂-Gaswäsche durch alternative Kolonneneinbauten, Optimierung der Waschmittelaufbereitung, innovative Konzepte zur CO₂-Abtrennung im Kraftwerksprozess, Rauchgaskonditionierung, Prozesskontrolle und -analytik

Luftqualität Emissionen und Immissionen

Sonderemissions- und Immissionsmessungen, diffuse Quellen, Bioaerosole, Maßnahmenplanung und -evaluierung. Abhängig von der Aufgabenstellung kann hierfür auf im IUTA vorhandene spezielle Mess- und Analyseverfahren zurückgegriffen werden

Development of Sensor Systems and Devices

Sensor systems based on ultrasonic transducers and infrared sensors (thermopile array), e.g. for measuring low flow velocities in low-turbulence air flows or for locating persons (person tracking) in the area of flow-sensitive systems. Methods for the detection of tracer particles, e.g. fluorescent particle counter

Dispersion modeling

Source emission rate estimation in legal air quality and emission control, e. g. according to TA Luft, dispersion modeling, deposition, industrial plants, street areas, fugitive dust emissions, reverse dispersion modeling, Modeling software: AUSTAL2000, MISKAM©, FDM, CFD, expertises

Energy efficiency

Concepts for rational usage of energy and energy analysis, economic evaluation of energy saving measures, assessment of energy efficiency and emissions of plants, development of benchmarking procedures to evaluate the energy and emission efficiency of energy demanding production processes

Optimization of CCS

Optimization of efficiency and effectiveness of CO₂ gas scrubbing by alternative packings, optimization of bleed stream recycling, innovative concepts of CO₂ capture in power plants, flue gas conditioning, process control and analysis

Air quality, emission, ambient and indoor air

Specialized emission, ambient and indoor air measurements, bio aerosols, fugitive dust emission, abatement strategy planning and evaluation. Depending on the specific task IUTAs special measurement and analysis methods can be applied

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Siegfried Opiolka (-255)
opiolka@iuta.de

Dipl.-Ing. Ahmed Bankodad (-255)
bankodad@iuta.de

Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257)
hugo@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257)
hugo@iuta.de

Dipl.-Ing. Thomas Engelke (-131)
engelke@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Monika Vogt (-175)
vogt@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Monika Vogt (-175)
vogt@iuta.de

Dipl.-Ing. Ralf Goldschmidt (-155)
goldschmidt@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Messkampagnen /-technik:
O. Sperber (-193)
sperber@iuta.de

Dipl.-Ing. Achim Hugo (-257)
hugo@iuta.de

M. Sc. Laura Welp (-223)
welp@iuta.de

Versuchsanlagen:
Dipl.-Ing. (FH) S. Kreckel (-219)
kreckel@iuta.de

Bereich:**Luftreinhaltung & Filtration****Department:****Air Quality & Filtration**

Bereichsleitung/head of unit:

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409), asbach@iuta.de

Kfz-Innenraum Filterprüfung

DIN 71460, Teil 1: Partikelfiltration, Bestimmung von Fraktionsabscheidegraden und Differenzdruck, Standzeitprüfung, Pollenabscheidung, z. B. für Kfz-Innenraumfilter,
 DIN 71460, Teil 2: Gasfiltration, Prüfung von adsorptiven Filtermedien, z. B. für Kfz-Innenraumfilter,
 Prüfung von unkonfektionierten Filtermedien, konfektionierten Filtern, Schüttungen, Prüfung bei Temperaturen bis 100 °C oder relativen Luftfeuchten bis ca. 100 %

Filtertests für die Druckluftreinigung

A) Messung nach ISO 12500 zur Bestimmung der Ölaerosolgehalte, Partikelgehalte, Öldampfgehalte und organischen und anorganischen Gasen für Volumenströme bis 50 m³/h,
 B) Messung in Anlehnung an ISO 12500 zur Bestimmung der Ölaerosolgehalte und Partikelgehalte für Volumenströme bis 3000 m³/h,
 C) Bewertung von Koaleszenzfiltern

Filtertests für die allgemeine Raumlufttechnik

ISO 16890 (DIN EN 779): Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik (Bestimmung der Filtrationseigenschaften), Bestimmung des Abscheidegrades bei hohen Feuchten, Messung der Partikelabscheidung aus Dieselabgas-aerosolen

Test von Geruchsfiltern (Olfaktometrie)

Dieselabgastest (Geruchsminderung durch Filtersysteme), Standardverfahren zur Geruchsabscheidung an Dünnschichtfiltern, Simultanmessung zur Geruchs- und Partikelabscheidung von Dieselabgas-aerosolen

Geruchsmessung nach VDA 270 und DIN EN 13725, Geruchsanalytik (GC-MS-Sniffing, Chemometrie), Methodenentwicklung sensorische Geruchserkennung, olfaktometrische Bewertung von Filtersystemen, Methodenentwicklung für die olfaktometrische Materialbewertung, Immissionsprognosen zur Geruchsausbreitung (AUSTAL2000G), Forschungsarbeiten und Gutachten

Maßgeschneiderte Filterprüfung

Tests neuartiger Filter bzw. bestehender Filter unter Bedingungen, die über die o. g. Normen hinausgehen

Filter testing

DIN 71460, part 1: Particle filtration, determination of fractional collection efficiency, measurement of pressure difference, service life testing, e. g. cabin air filters, DIN 71460, part 2: gas filtration, e. g. cabin air filters,
 testing of filters, packed beds, flat sheets, testing at temperatures up to 100 °C or relative humidities up to 100 %

Filter tests for compressed air cleaning

A) Measurements according to ISO 12500 for determination of oil aerosol content, solid particle content, oil vapour content and organic and inorganic gaseous contents for flow rates up to 50 m³/h
 B) Measurements in the style of ISO 12500 for determination of oil aerosol content and solid particle content for flow rates up to 3000 m³/h
 C) Evaluation of coalescence filters

Testing of air filters for general ventilation

ISO 16890 (DIN EN 779): particulate air filters for general ventilation (determination of the filtration performance), determination of filtration efficiency at high humidities, measurements of the particle separation from diesel exhaust aerosols

Test of odour-filters (Olfactometry)

Diesel exhaust test (odour reduction by filter systems), standard method for odour reduction by thin layer filters, simultaneous measurement of the odour and particle separation from diesel exhaust aerosols

Olfactometric measurement (VDA 270 und DIN EN 13725), odour analytic (GC-MS-Sniffing, Chemometry), R&D: sensory odour detection, validation of odour reduction methods, olfactometric validation of filter systems, methods for the olfactometric validation of materials, dispersion modelling for odour with AUSTAL2000G, applied research and expertises

Tailored Filter Tests

Tests of novel or existing filters under conditions beyond those defined in the aforementioned standards

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404)
 daeuber@iuta.de

David Habryka (-408)
 habryka@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Matthias Wittmar (-424), wittmar@iuta.de

Anna Caspari (-401)
 Caspari@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405)
 lindermann@iuta.de

Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404)
 daeuber@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407)
 schumacher@iuta.de

Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407)
 schumacher@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409)
 asbach@iuta.de

Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188)
 todea@iuta.de

Prüfung von Anlagen zur Luftreinigung und Filtration

Untersuchung der Partikelabscheidung, z. B. durch Zyklone, Koaleszer, Staubsauger; Dieselruß-Abscheidung; Entwicklung von Prüfmethode zur Beurteilung von technischen Systemen/Anlagen

Adsorptive Gasreinigung

Untersuchungen zum Adsorptionsgleichgewicht und zur Adsorptionskinetik mit der Strömungsmethode, Aufnahme von Durchbruchkurven, zyklische Ad- und Desorptionsprozesse, Mehrkomponenten-adsorption

Entfernung von hochtoxischen Komponenten aus Gasen

Bewertung von Raumluftreinigern

Untersuchung der Effizienz von Raumluftreinigern gemäß verschiedener internationaler Normen, z. B. DIN 44973-100, GB/T 18801-2008 oder GB/T 18801-2015 (China), Bestimmung der Clean Air Delivery Rate (CADR) für Partikel und Gase, Bestimmung der Effizienz von Raumluftreinigerfiltern für Nanopartikel ≤ 20 nm, Definierte Alterung von Raumluftreinigerfiltern mit Zigarettenrauch

Aerosolerzeugung und Aerosolmesstechnik

Generierung und Charakterisierung von Aerosolen, elektrostatische Aufladung und Neutralisation von Partikeln, bipolare Auflader, Vermessung von Ladungsverteilungen und Einzelpartikelladungen, Konzeptionierung von Ionenaufladern/Koronaentladung, Messung von Anzahlgrößenverteilungen vom unteren Nano- bis in den Mikrometerbereich, Oberflächenmessung, Bestimmung der Massenkonzentrationen

Modellierung

Partikeldynamik und -deposition in Koaleszenzfiltern, dynamische Adsorptionsprozesse in Festbetten

Gasanalytik

Bestimmung gasförmiger Substanzen im unteren ppb-Bereich mittels Online-Massenspektrometer PTR-MS

Nanofiltration

Untersuchung der Abscheidung nanoskaliger Partikel (> 3 nm) an verschiedensten Filtern

Testing of air conditioning/ filtration facilities

Determination of particle separation in e. g. cyclones, coalescers, air cleaners or vacuum cleaners, development of testing methods for evaluation of equipment

Adsorptive gas separation

Adsorption equilibrium and kinetics by fixed bed method, determination of breakthrough curves, cyclic ad- and desorption processes, multicomponent adsorption

Removal of toxic components from gas flows

Evaluation of Indoor Air Purifiers

Determination of indoor air purifiers efficiency according to various international standards, e. g. DIN 44973-100, GB/T 18801-2008 or GB/T 18801-2015 (China), determination of the Clean Air Delivery Rate (CADR) for particles and gases

Determination of the efficiency of filters for indoor air purifiers for nanoparticles ≤ 20 nm, Well defined ageing of filters for indoor air purifiers with cigarette smoke

Aerosols

Generation and characterisation of aerosols, electrostatic charging/neutralisation of particles, bipolar chargers, measurement of charge distributions and of single particle charge, development of ion charger/Corona discharge

Measurement of particle number size distributions from the lower nano- to the micrometer size range, Measurement of surface area and mass concentration

Modeling

Particle dynamics and deposition in coalescence filters, dynamic adsorption processes in fixed beds

Analysis of gases

Determination of gaseous components in the lower ppb-range via online mass spectrometry PTR-MS

Nanofiltration

Determination of the collection efficiency for nanoscale particles (> 3 nm) for a large variety of filters

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Wolfgang Mölter-Siemens (-400), moelter@iuta.de

Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405) lindermann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Uta Sager (-402) sager@iuta.de

Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407) schumacher@iuta.de

Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409) asbach@iuta.de

Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188) todea@iuta.de

Dipl.-Ing. Heinz Kaminski (-105) kaminski@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407), schumacher@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188) todea@iuta.de

Verhalten und Verbleib von innovativen Materialien in der Umwelt

Bestimmung der Emissionen und Immissionen, Wirkung von (Nano) Partikeln auf Mensch und Umwelt, Bestimmung und Charakterisierung der abiotischen Degradation und der Mobilität von nano- und mikroskaligen Partikeln in Wasser/Boden, Entwicklung von Gruppierungskonzepten für Nanomaterialien, Wirkung von Nano- und Mikropartikeln auf Mensch und Umwelt, Produktanalysen und Safer-by-Design Konzepte

Arbeitsplatzexposition und -sicherheit: Fokus (Nano-) Partikel

Bestimmung luftgetragener Nanopartikelkonzentrationen, personenbezogene Messungen, Partikeloberflächenkonzentrationen, Expositionsbeurteilungen, Hygroskopizitätsuntersuchungen

Untersuchung und Bewertung des Verhaltens von Partikeln in der Umwelt

Charakterisierung und Quantifizierung von Nano- und Mikropartikeln in allen Umweltkompartimenten, Transport, Transformation und Exposition von Nanoobjekten entlang des Lebenszyklus

Online-Partikelmessungen in industriellen Abgasen

Kontinuierliche Messungen der Partikelgrößenverteilung und Anzahlkonzentration mit dem optischen Messsystem welas® (Messbereich: 0,2 – 17 µm), 0,6 – 40 µm), Partikel ab 10 nm – 300 nm (FMPS-Messgerät) und optionaler Verdünnungsstufe

Immissionsmessungen

Messungen von Immissionsbelastungen in der Außenluft, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, UFP, organische und anorganische Gase (BTXE, NO_x, CO, Ozon), Analytik für spezielle relevante Tracer, z. B. Schwermetalle, Silizium, EC/OC, NCBA

Behavior and fate of innovative materials in the environment

Measurement of emissions and exposure, effect of (nano) particles on human beings and environment, detection and characterisation of abiotic degradation and mobility of nanoscale particles in water/soils, development of grouping hypotheses for nanomaterials, effect of nanoparticles on humans and environment, product analysis and safer-by design concepts

Workplace exposures and safety: focus on (nano-) particles

Measurement of airborne Nanoparticle concentrations, personal measurement; particle surface area concentrations, exposure assessment, hygroscopicity study

Nano- and micro particles in the environment

Characterization and quantification of nano and micro particles in all environmental compartments, transport and transformation, exposure. Measurement and modeling of transformation and transport of nanoobjects

Measurement of number concentrations in industrial waste gases

Online measurements of particle properties including number concentration and size distribution in industrial waste gases with the optical measurement system welas®, range: 0,2 – 17 µm, 0,6 – 40 µm particle range: 10 nm – 300 nm (FMPS-analyzer) and gas dilution unit

Measurement of airborne pollutants

Measurements of outdoor pollutants, determination of PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, UFP, organic and inorganic gases (BTXE, NO_x, Ozon), analytic of special tracer e.g. heavy metal, soot, organic carbon, anions, cations, PAH, NCBA

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Carmen Nickel (-209)
nickel@iuta.de

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409)
asbach@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409)
asbach@iuta.de

Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188)
todea@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Carmen Nickel (-209)
nickel@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Oliver Hesse (-275)
hesse@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Christof Asbach (-409)
asbach@iuta.de

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Umwelthygiene & Spurenstoffe**Environmental Hygiene & Micropollutants**Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179), tuerk@iuta.de**Arzneimittel und Spurenstoffe in der Umwelt**

Untersuchungen zum Eintrag, Vorkommen, Verhalten und der Transformation (Bildung von Metaboliten oder Oxidationsnebenprodukten) von Spurenstoffen in der Umwelt (Luft, Boden, Gülle, Schlamm, Wasser etc.)

Abwassertechnik

Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung, Erweiterte Oxidationsverfahren (AOP): UV-Oxidation und Ozonung, Bildung und Eliminierung von Transformationsprodukten, adsorptive Verfahren, Eliminierung von Spurenstoffen, Behandlung von Krankenhausabwasser

Analytik von Umweltproben

Probenahme, Identifizierung und Quantifizierung von Umweltproben auf Summenparameter, Anionen mittels Schnelltests und Ionenchromatografie sowie organische Spurenstoffe mittels GC-MS, LC-MS und HRMS.

Elementanalytik und Quecksilber in Zusammenarbeit mit dem Bereich *Forschungsanalytik & Speziesanalytik*. Wirkungsbezogene Analytik mit biologischen Testverfahren zur Bestimmung von Östrogenität, Androgenität, Toxizität und mikrobiologischer Hemmung.

Screening-Verfahren

Bestimmung von VOCs (volatile organic compounds)
Bestimmung von PAKs, PCBs, Pestiziden und Flammschutzmitteln aus Bodenproben
Bestimmung von Moschusduftstoffen in Wasserproben
Bestimmung von FCKW aus der Kühlgeräteentsorgung nach DIN CTC/TS 50625-3-4:2017
Entwicklung und Validierung leistungsfähiger Spezialverfahren
Sensitive Bestimmung von Hormonen in Oberflächen und Abwasserproben (GC-MS/MS, LC-MS/MS)
Target-, Suspect-Target und Non-Target-Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-HRMS; GC-FIDM; LC-MS; LC-HRMS)
Thermodesorption/GC/MS
Screeninguntersuchung von Flüssigkeiten für elektronische Zigaretten mittels GC-FID-MS, Nikotinbestimmung, Beprobung und Analyse des Dampfes (Emissionsmessungen), Bestimmung von VOCs, Aldehyden und nikotinspezifische Nitrosaminen in der Dampf- und Flüssigphase

Pharmaceuticals and micropollutants in the environment

Occurrence, fate and transformation (formation of metabolites or oxidation-by-products) of micropollutants in the environment (air, liquid manure, sludge, soil, water etc.)

Waste water technologies

Urban and industrial waste water treatment, advanced oxidation processes (AOP): UV oxidation and ozone, formation and elimination of transformation products, adsorption processes, removal of micropollutants, treatment of hospital waste water

Analysis of environmental samples

Sampling, identification and quantification of environmental samples for sum parameters, anions using rapid tests and ion chromatography and organic trace substances using GC-MS, LC-MS and HRMS.

Inorganic elements and mercury in cooperation with the department of Research Analysis & Species Analysis. Effect-related analysis with biological test methods for the determination of estrogenicity, androgenicity, toxicity and microbiological inhibition.

Screening analysis

Determination of volatile organic compounds
Determination of PAHs, PCBs, Pesticides, Flame-retardants in soil
Determination of musk fragrances in surface and waste water samples
Determination of CFCs from the disposal of refrigeration appliances according to DIN CTC/TS 50625-3-4:2017
Development and validation of specialised analytical methods
Sensitive determination of hormones in surface and waste water samples (GC-MS/MS, LC-MS/MS)
Target-, Suspect-Target and Non-Target-Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-HRMS; GC-FIDM; LC-MS; LC-HRMS)
Thermodesorption/GC/MS
Screening analysis of liquids for electronic cigarettes using GC-FID-MS, assessment of nicotine concentration, analysis of vapour (emission measurements), assessment of the concentration of volatile organic compounds, aldehydes and nicotine-specific nitrosamines in vapour and in the liquid phase

Ansprechpartner/Contact person:

M. Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

M. Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Linda Gehrmann (-215)
gehrmann@iuta.de

M. Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Fabian Itzel (-194)
itzel@iuta.de

M. Sc. Jill Kerstein (-194)
kerstein@iuta.de

Photokatalytische Verfahren

Entwicklung katalytisch aktiver Materialien zur Dekontamination von Oberflächen und Luft, Entwicklung standardisierter analytischer Methoden zur Kontrolle und Optimierung der Effektivität photokatalytisch wirkender Materialien, Untersuchungen zur Nachhaltigkeit entsprechender Produkte, chemische und mikrobiologische Untersuchungen zur photokatalytischen Aktivität

PharmaMonitor

Analytik von CMR-Stoffen nach GefStoffV, Zytostatika und monoklonale Antikörper, Antibiotika, Immunsuppressiva, Hormone usw., Umgebungs- und Biomonitoring für Apotheken, Ambulanzen und Pflegebereich, Kliniken, Pharmaindustrie, Einzelstoffanalytik, Multimethoden (z. B. MEWIP- und MASHA-Studie), Platin-Speziesanalytik, Reinigungsvalidierung, Dekontamination, Außenkontaminationen. Qualitätskontrolle (Wirkstoffgehalt, Identität und Sterilität) von Arzneimitteln und patientenindividuellen Applikationslösungen.

Tagungen, Fortbildungen

Durchführung von Fortbildungen zum Transfer von Forschungsergebnissen, Erarbeitung von themen- und gruppenspezifischen Fortbildungsangeboten, Organisation von wissenschaftlichen Tagungen zu speziellen Themen

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/unit head:

Katalytische Gasaufbereitung

Oxidative Gasaufbereitung, Hydrocrackkatalysatoren, Redox-Katalysesystem zur Oxidation- und Reduktion von Kohlenwasserstoffen und NO_x aus Abluftströmen, Synthese von Methanol

Absorptive Gasreinigung

Druckgaswäsche zur Absorption saurer Gasbestandteile, Empirische Optimierung von Druckgaswäschen, Untersuchung zur Degradation von Aminen, Einsatz verschiedener Waschverfahren zur CO₂-Abscheidung aus Rauchgasen und Biogasen

Adsorptive Gasreinigung

Kombinierte Druck- und Temperaturwechseladsorber mit unterschiedlichen Adsorbentien zur CO₂-Abscheidung aus Ab- und Produktgasen

Photocatalytic decontamination

Testing and optimising of catalytic and photocatalytic active coatings, development of catalytic active materials for decontamination of surfaces and air, development of standardized methods for control and optimising of the efficiency of photo-catalytic active materials, Investigation of the sustainability of photocatalytic active materials, chemical and microbial analysis of photocatalytic activity

PharmaMonitor

Analysis of cmr-compounds according to the German GefStoffV, cytostatic drugs and monoclonal antibodies, antibiotics, immunosuppressants, hormones etc., environmental and biomonitoring for pharmacies, ambulances, home care, hospitals and pharmaceutical industry, single compound analysis, multi compound analysis (e. g. MEWIP- and MASHA-study), platinum species analysis, validation of cleaning procedures, decontamination, outside contamination of vials. Quality control (active pharmaceutical ingredient content, identity and sterility) of drugs and patient-specific application solutions.

Training and seminars

Organization of advanced training for the transfer of research results, development of training seminars specific for certain topics and groups, organization of scientific conferences in different fields

Gasprozesstechnik & Energiewandlung**Gas Process Technology & Energy Conversion**

Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de (kommissarisch)

Catalytic gas treatment

Oxidative gas treatment, catalysts for hydrocracking, redox catalysts for oxidation and reduction of hydrocarbons and NO_x in exhaust gases, synthesis of methanol

Gas cleaning by absorption

Pressurized gas scrubber for the absorption of acid gas compounds, empirical optimization of pressurized gas scrubber, investigation for the degradation of amines, CO₂-separation from flue gases and biogas with several scrubbers

Gas cleaning by adsorption

Combined pressure and temperature swing adsorbers with different adsorbents for CO₂ separation from waste and product gases

Ansprechpartner/Contact person:

M. Sc. Martin Klaßen (-296)
klassen@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Claudia vom Eyser (-190)
vomEyser@iuta.de

Jacqueline Bruckmann (-190)
analysis@pharma-monitor.de

Ansprechpartner/Contact person:

Heike Glaser (-414)
training@pharma-monitor.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222)
peil@iuta.de

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Ralf Goldschmidt (-155)
goldschmidt@iuta.de

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Biomasse und energetische Verwertung

Ofenkatalysator für Kleinfeuerungsanlagen, Biomassevergasung, Vergasertechnologie, Biogasaufbereitung

Wasserstoffspeicher

Entwicklung von Wasserstoffspeichern auf Metallhydrid-Basis mit integriertem Wärmeübertrager zur thermischen Kopplung mit Brennstoffzellen

Wärmespeicher

Entwicklung von chemischen Wärmespeichern auf Metallhydrid-Basis

FuE-Dienstleistungen, Beratungen, Gutachten, Auftragsforschung

Gewinnung von Metallen aus Abfallströmen, Gutachten und Analysen zu: Abfall- und Umweltmanagement, Biomasseverwertung, Altlastensanierung, Verfahrensentwicklung und Erprobung, technische Beratung

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Partikelprozesstechnik

Hochspezifische Nanopartikel-Synthese
Betrieb und Optimierung von Reaktoren im Technikumsmaßstab für die Produktion von hochspezifischen Nanopartikeln für verschiedene Anwendungen, Partikelherstellung, Abscheidung aus der Gasphase, Probennahme, *Prozessierung*
Funktionalisierung, (Re-)Dispergierung von hochspezifischen Nanopartikeln, Herstellung prozessierbarer Nanodispersionen durch direkte Überführung von Nanopartikeln aus der Gasphase in Trägerflüssigkeiten

Charakterisierung

Prozessbegleitende Analyse-Methoden
In-situ Laserdiagnostik im Bereich der Partikelerzeugung, Gasphasenanalyse (GC/MS, QMS)

Biomass and energy recovery

Catalytic converter for domestic fire places, biomass gasification, gasifier technologies, biogas treatment systems

Hydrogen storage

Development of hydrogen storage tanks based on metal hydride with integrated heat exchanger for thermal coupling to fuel cells

Heat storage

Development of chemical heat storage tanks based on metal hydrid

Research and development services, surveys, expertises, contract research

Recovery of metals from liquid waste, surveys on waste- and environmental management, energy recovery of biomass, cleanup operation, Process engineering and testing, technical consulting

Partikelprozesstechnik & Charakterisierung**Particle Process Technology & Characterization**

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de

Particle Process Technology

Synthesis of highly specific nanoparticles
Operation and optimization of three reactors (pilot scale) for production of highly specific nanoparticles for various applications, Particle Synthesis, Deposition from the gas phase, Particle sampling, *Processing*
Functionalization, (Re-)Dispersion of highly specific nanoparticles, Production of stable nano-dispersions, Production of processable nano-dispersions by direct transfer of nanoparticles from the gas phase into carrier liquids

Characterization

In process analysis
In-situ laser diagnostics during production of particles, Gas-phase analysis (GC/MS, QMS)

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Robert Urbanczyk (-224)
urbanczyk@iuta.de

Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222)
peil@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Robert Urbanczyk (-224)
urbanczyk@iuta.de

Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222)
peil@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Dipl.-Ing. Ralf Goldschmidt (-155)
goldschmidt@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302)
huelser@iuta.de

Dr.-Ing. Sophie M. Schnurre (-302)
schnurre@iuta.de

MSc. Frederik Kunze (-106)
kunze@iuta.de

Dipl.-Ing. Mathias Spree (-106)
spree@iuta.de

Dr. Andrea Hoyer (-301)
hoyer@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Mathias Spree (-106)
spree@iuta.de

Ex-situ Analyse

Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersive Röntgenanalyse (EDX)
 Probenvorbereitung mittels Cross Section Polisher,
 Aggregatgrößen-Bestimmung (DLS)
 Zetapotenzial,
 Oberflächenanalyse (BET),
 Infrarotspektroskopie (FTIR/ATR),
 Fluoreszenzspektroskopie,
 Oxidatives Potenzial/ROS Potenzial,
 spezifische Oberfläche,
 hydrodynamischer Durchmesser,
 anorganische Inhaltsstoffanalyse,
 Lungendeponierbare Oberflächen-

Nachhaltige Nanotechnologie

Luftqualität, Exposition und Gesundheit
 Untersuchungen zur Immission, Exposition von Umweltpartikeln in Außen- und Innenraumluft,
 Untersuchungen zur Immission, Exposition und (Gesundheits-)gefährdung von Nanomaterialien,
 Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt;
 Produktanalysen und Safer-by-Design
Freisetzung und Charakterisierung
 Lebenszyklus-Analyse von Nanomaterialien,
 Bestimmung der Freisetzung von Nanomaterialien

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/unithead:

Wasseraufbereitung und -entsalzung mittels Membrananlagen

Pilotierung von Prozessen und Optimierung von Betriebseinstellungen für unterschiedliche Anwendungen,
 Verträglichkeitsuntersuchungen für Chemikalien an Membranmodulen

Verfahrenstechnische Entwicklung, Beurteilung, Optimierung von Prozessen

Verfahren zur Elimination von Mikro-schadstoffen, Verfahrenskopplungen,
 Hybridverfahren zur Entsalzung, Kreislaufführung von Prozesswässern

Membranscreening

Membranauswahl für Spezialanwendungen
 Charakterisierung von Umkehrosmose (UO)-, Nanofiltrations (NF)-, Ultrafiltrations (UF)- und Mikrofiltrationsmembranen (MF)

Ex-situ analysis

Scanning Electron Microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray analysis (EDS)
 Sample preparation using Cross Section Polisher,
 Aggregate size measurement (DLS),
 Zetapotenzial,
 Surface analysis (BET),
 Infrared spectroscopy (FTIR/ATR),
 Fluorescence spectroscopy,
 Oxidative potential / ROS potential,
 Specific surface area,
 Hydrodynamic diameter,
 Inorganic content analysis,
 Lung deposit surface area concentration

Sustainable nanotechnology

Air quality, exposure and health
 Exposure assessment of ambient outdoor and indoor air particles,

 Studies on immission, exposure and (health)effects of nanomaterials,

 Behavior of nanomaterials in the environment,
 Product analysis and safer-by-design
Release and Characterization
 Life cycle analysis of nanomaterials,

 Determination of nanomaterial release

Ressourcen & Recyclingtechnik**Resources & Recycling Technology**

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259), j.schiemann@iuta.de

Water treatment and desalination with membranes

Pilot tests and optimization of operating conditions for different applications, compatibility tests for chemicals with membrane modules

Process engineering, evaluation and optimization of processes

Elimination of micro pollutants, coupling of processes, hybrid desalination processes, recycling of process water

Membrane screening

Membrane selection for special applications, characterization of membranes for reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration and microfiltration

Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180), stahlmecke@iuta.de

MSc Martin Underberg (-180) underberg@iuta.de

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelsler@iuta.de

Dr. Andrea Hoyer (-301) hoyer@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180) stahlmecke@iuta.de

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelsler@iuta.de

Ansprechpartner/Contactperson:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de

Ansprechpartner/Contactperson:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de

Ansprechpartner/Contactperson:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de

Bettina Schiemann (-158) b.schiemann@iuta.de

Leistungsbeurteilung von Membranmodulen

Leistungstests an 4-Zoll-Brackwassermodule mit Testdrücken bis zu 40 bar, Leistungstests an 8-Zoll-Brackwasser- und Meerwassermodule mit Testdrücken bis zu 80 bar, Leistungstests an Flachmembranen aus Brack- und Meerwassermodule mit Testdrücken bis zu 80 bar

Membranuntersuchungen

Visuelle Begutachtung, Druckhaltetests, Vakuumtests, Färbetests, permeateseitige Beprobung, Lokalisierung von Leckagen, Autopsie an Membranen und Elementen der UO, NF, UF und MF

Physikalisch-chemische Belaganalyse

Ermittlung der Trockenmasse, des Glühverlusts und des Glührückstands, Elementanalyse des Belags mittels EDX, Oberflächenuntersuchung mittels REM/EDX, FT-IR-Analysen an Membranoberflächen und Belägen

Sensorische Prozessüberwachung

Implementierung von Online-Sensorik in Wasseraufbereitungsprozesse, Konzeptentwicklung für Prozesskontrollstrategien

Begutachtungen und Bilanzierungen von Kühlgerätesorgungsanlagen

Überprüfung von Anlagen gemäß TA Luft 5.4.8.10.3 / 5.4.8.11.3 als behördlich zugelassene Prüfstelle, Überprüfung von Anlagen gemäß DIN EN, Überprüfung von Anlagen gemäß WEELABEX, ganzheitliche Begutachtung und Bilanzierung von Anlagen zur Verwertung von Kühlgeräten

Verfahrensentwicklung zur Kühlgeräteverwertung

Optimierung von Wirkungsgraden bestehender Anlagen und Entwicklung von Verfahren, z. B. zur Behandlung des Prozessgases & Desorption von FCKW, Analyse FCKW-haltiger Schäume, Öle, Treibmittel u. a. mit GC-MS

Identifizierung von strategischen Metallen und seltenen Erden in Abfallströmen komplexer Massengüter

Untersuchung von Stoffverbänden und Entwicklung von Rückgewinnungsmethoden durch trockenmechanische und thermische Verfahren, z. B. von PV-Modulen und der entstehenden Glasfraktion & LCD-Displays

Untersuchungen chemischer Rückgewinnungsmethoden im Hinblick auf Schad- und Wertstoffinhalte, Untersuchungen zur elektrodialytischen Aufkonzentrierung wertstoffhaltiger Lösungen an z. B. Indium aus LCD-Displays, Wertstoffrückgewinnung aus PV-Modulen

Performance testing of membrane modules

Performance tests of 4 inch brackish water modules with pressures up to 40 bar performance tests of 8 inch brackish and seawater modules with pressures up to 80 bar, performance tests of flat sheet membranes from brackish and seawater modules with pressures up to 80 bar

Membrane investigation

Visual inspection, pressure holding tests, vacuum decay tests, dye tests, permeate probing, localization of leaks, autopsy of reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration and microfiltration membranes and modules

Physical-chemical foulant analysis

Estimation of dry mass, loss on ignition, ash ratio. Elemental analysis with EDX, surface analysis with SEM/EDX, FT-IR-Analysis of membrane surfaces and foulant.

Sensor based process control

Implementation of online sensor technology in water treatment processes, concept development for process control strategies

Surveys and equilibrations of facilities for CFC-recycling

Inspection according to TA Luft 5.4.8.10.3 / 5.4.8.11.3 as officially approved testing center, verification of plants according to DIN EN, verification of plants according to WEELABEX, integrated appraisal and balancing of plants for refrigerator recycling.

Process development for refrigerator recycling

Optimization of efficiencies of existing plants. And development of process for the treatment of process gases, desorption tests of CFCs, analysis of CFC-containing foams, oils, blowing agents with GC-MS

Identification of strategical metals and rare earth in waste of complex bulk goods

Analysis of and development of recovery methods by (dry-) mechanical and thermal processes for e.g. waste solar panels and the resulting glass fraction & LCD-Displays

Investigations of chemical recovery methods with regard to harmful substances and content of resources, Investigations of electro-dialytic enrichment of diluted resource containing solutions e.g. the recovery of indium from display panels, material recovery from disposed solar panels

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Kevin Koenen, M. Sc. (-109)

Ansprechpartner/Contact person:

Hans-Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Fabian Hübner, M. Sc. (-151)
huebner@iuta.de

Recycling von Massengütern

Verwertung und Entsorgung von Elektro(nik)schrott als zugelassene und zertifizierte Erstbehandlungsanlage, Entwicklung adäquater Recyclingwege für Elektro(nik)schrott, Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der Entsorgungsverfahrenstechnik

Identifikation schadstoffhaltiger Materialien

Phänomenologische Untersuchungen, Messung und Charakterisierung von Emissionen bei der Zerlegung, Entwicklung von Vorsorgestrategien zur Minimierung von Schadstoffen, wie z. B. Quecksilber & PCB

Ausbildung im Bereich „Umwelt- und Kreislaufwirtschaft“

Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen und GWA für Jugendliche, für Behinderte und für Berufsrückkehrer, Schulungen für den Erwerb von Fahrberechtigungen für Flurförderfahrzeuge

Aufbereitung von technischen Kunststoffen

Entwicklung von Bestimmungsreihen und Schnelltests zur betrieblichen Materialeinordnung, Identifizierung von technischen Kunststoffen u. a. aus Elektro- und Elektronikanwendungen, Analyse von Begleitstoffen, z. B. Flammschutzmittel in Kunststoffen

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Recycling of bulk material

Recycling and disposal of waste electronic equipment according to 4. BImSchV or according to § 56 KrWG / EfbV, development of adequate recycling methods for electrical waste. Research and development of disposal technologies and processes.

Examinations of contaminated materials

Phenomenological examinations, measurement and characterization of emissions during dismantling, development of prevention strategies for minimizing pollutants like mercury and PCB

Capacity building

Professional trainings and GWA for young people, for the handicapped persons and for returnees into workforce, Training for the acquirement of driving licenses for industrial trucks

Reprocessing of technical plastics

Development of rapid tests for a proper operating material assignment, analysis and identification of technical plastics, analysis of fire-guards in plastics

Ansprechpartner/Contact person:

Hans-Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Fabian Hübner, M. Sc. (-151)
huebner@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Hans-Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Forschungsanalytik & Speziesanalytik**Research Analysis & Species Analysis**

Dr. rer. nat. Christine Kube (-213), kube@iuta.de

Spurenanalytik

Quantitative Bestimmung der elementaren Zusammensetzung von flüssigen und festen Probenmatrizes mittels ICP-MS und -OES, Feststoffanalytik mittels Mikrowellendruckaufschlussverfahren, Quecksilberanalytik mittels Hg-AAS und direkter Feststoff-Analyse

Speziesanalytik

Methodenentwicklung und Validierung für verschiedene Spezies und Probenzusammensetzungen. FuE in Kooperation mit Industrie- und Forschungspartnern. Pt-Spezies-Analytik in Kooperation mit PharmaMonitor

Ionen

Nachweis von Anionen in wässrigen Lösungen im Spurenbereich, Methodenentwicklung, Levoglucosan als Holzverbrennungsmarker

Trace analysis

Quantitative determination of the elemental composition of liquid and solid sample matrices by means of ICP-MS and -AES, Solid analysis using microwave pressure digestion methods, Mercury analysis by means of Hg-AAS and direct solid analysis

Species analysis

Scientifically based method development and validation for different species and sample compositions. R&D in cooperation with industry and research partners. Pt species analysis in cooperation with PharmaMonitor

Ions

Determination of anions in water-based solutions, Method development, Determination of levoglucosan as a marker of wood combustion

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-233)
dronov@iuta.de

Andreas Sadlowski (-233)
sادلowski@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-233)
dronov@iuta.de

Andreas Sadlowski (-233)
sادلowski@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Inga Flieter and Yvonne Lamboy (-234)
flieter@iuta.de, Lamboy@iuta.de

Dr. rer. nat. Christine Kube (-213)
kube@iuta.de

Gaschromatografie

Nachweis von Ölen aus Druckluftuntersuchungen (GC-FID-MS), Bestimmung von VOCs (volatile organic compounds) und BTXE aus verschiedenen Matrices, Analyse FCKW-haltiger Schäume, Öle, Treibmittel u. a. mit GC-MS, Bestimmung von PAKs, PCBs, Pestiziden und Flammenschutzmitteln aus Bodenproben Bestimmung von Moschusduftstoffen in Wasserproben, Entwicklung und Validierung leistungsfähiger Spezialverfahren, Sensitive Bestimmung von Hormonen in Oberflächen und Abwasserproben (GC-MS/MS), Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-FID) Thermodesorption/GC/MS

Analyse von e-Liquids und Zigaretten

Screeninguntersuchung von Flüssigkeiten für elektronische Zigaretten mittels GC-FID-MS, Nikotinbestimmung, Chargenhomogenität, Beprobung und Analyse des Dampfes (Emissionsmessungen), Bestimmung von VOCs, Aldehyden und nikotinspezifische Nitrosaminen in Dampf- und Flüssigphase

Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen

Neuentwicklung von Verfahren zur Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen Substitution von umweltgefährlichen Chemikalien durch naturbasierte, biogene Wirkstoffe, Verfahrensoptimierung bestehender Prozessketten, Gewinnung von Metallen aus Abfallströmen

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Analysentechnik

Entwicklung von Methoden und technischen Lösungen für Hochtemperatur-Flüssigkeitschromatografie, Kopplungs- und Detektionsverfahren, Kapillar-HPLC-MS-Kopplung, mehrdimensionale Trennungen, computergestützte Methodenentwicklung, Entwicklung und Tests von Säulenmaterialien

Methodenentwicklung und Spezialanalytik für FuE-Anwendungen

Wissenschaftlich fundierte Entwicklung und Validierung leistungsfähiger Spezialverfahren für Forschungsvorhaben, Kooperationspartner und externe Auftraggeber, breite Palette an Analysenverfahren und bestimmbarer Parametern: GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MSⁿ, LC-HRMS

Gaschromatography

Determination of oil aerosol content of compressed air (GC-FID-MS) Determination of volatile organic compounds and BTXE from different matrices, Analysis of CFC-containing foams, oils, blowing agents with GC-MS, Determination of PAHs, PCBs, Pesticides, Flame-retardants in soils, Determination of musk fragrances in surface and waste water samples, Development and validation of specialised analytical methods, Sensitive determination of hormones in surface and waste water samples (GC-MS/MS), Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-FID) Thermodesorption/GC/MS

Analysis of e-liquids and cigarettes

Screening analysis of liquids for electronic cigarettes using GC-FID-MS, assessment of the concentration of nicotine, homogeneity of batches, analysis of vapour (emission measurements), assessment of the concentration of volatile organic compounds, aldehydes and nicotine-specific nitrosamines in vapour and in the liquid phase

Treatment of industrial waste solutions

New development of processes for treatment of industrial waste solutions Substitution of environmentally hazardous chemicals by natural, biogenic active substances, Process optimization of existing process chains, Recovery of metals from liquid waste

**Forschungsanalytik & Miniaturisierung
Research Analysis & Miniaturization**

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de

Analytical technologies

Development of methods and technical solutions for high temperature liquid chromatography, detection and coupling techniques, capillary-HPLC-MS, multidimensional separations, computer based method development, development and testing of stationary phase materials

Method development and specialized analytical methods for R&D applications

Scientific based development and validation of specialised analytical methods for research partners and customers, broad range of analytical instruments and methods: GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MSⁿ, LC-HRMS

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Fabian Itzel (-194)
itzel@iuta.de

Dr. rer. nat. Christine Kube (-213)
kube@iuta.de

M. Sc. Jill Kerstein (-194),
kerstein@iuta.de

Inga Flieter and Yvonne Lamboy (-234)
flieter@iuta.de, Lamboy@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Fabian Itzel (-194)
itzel@iuta.de

Yvonne Lamboy (-234)
Lamboy@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Chem., Dipl.-Ing. Frank Grüning
(-266) gruening@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg
(-179), teutenberg@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg
(-179), teutenberg@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

Bereich:**Industrielle Gemeinschaftsforschung****Department:****Collective research for SME's**

Bereichsleitung/head of unit:

Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de

FuE-Organisation, Netzwerke

FuE-Organisation/Netzwerk,
Vorhaben-Evaluation,
wissenschaftlich-administrative
Begleitung von FuE-Vorhaben,
Ergebnis-Transfer und Publikation,
Schulungsmaßnahmen

FuE-Networking

Networking,
proposal evaluation,
support concerning project administration
and scientific focusing,
dissemination of results and publications,
training

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Stefan Haep (-204)
haep@iuta.de

Claudia Flicka (-333)
flicka@iuta.de

4.14 Wegbeschreibung zum IUTA

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)

Bliersheimer Str. 58 – 60

47229 Duisburg

Telefon +49 (0) 20 65 418 0

Ergänzender Hinweis für den Einsatz von Navigationssystemen:
Stadtteil Rheinhausen bzw. Friemersheim anwählen.

Anfahrt mit dem Pkw:

Von Essen, Oberhausen, Köln über die A 40 Richtung Venlo, bei der Anschlussstelle Duisburg-Homberg abfahren in Richtung Rheinhausen. In Rheinhausen der Friedrich-Ebert-Straße folgen, über die Bahnbrücke bis zur nächsten Ampelkreuzung (Bismarckstraße/Gaterweg) und weiter geradeaus in den Gaterweg und damit in das Logport-Gelände hineinfahren (unter einer Brücke hindurch). Am ersten Kreisverkehr geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts fahren (Bliersheimer Straße). IUTA finden Sie nach 200 m auf der linken Seite.

Von den Flughäfen Düsseldorf oder Köln über die A 57 bis zur Anschlussstelle Krefeld-Gartenstadt (Ausfahrt Nr. 12), abfahren in Richtung Duisburg. Dem Verlauf der B 509 (Wegweiser: Duisburg, Zentrum, Rheinhausen, Logport) bis zu ihrem Ende nach ca. 7,4 km folgen. An der Ampel links abbiegen, die Bahnbrücke überqueren und geradeaus in das Logportgelände einfahren (unter einer Brücke hindurch). Am ersten Kreisverkehr geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts fahren (Bliersheimer Straße). IUTA finden Sie nach 200 m auf der linken Seite. Von den Autobahnen bis zum IUTA sind es ca. 6 – 10 km, für die ca. 10 Minuten benötigt werden.

Anfahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln:

Die Bushaltestelle „Duisburg Logport Center“ ist ca. 200 m von IUTA entfernt (Kreuzung Bliersheimer Straße/Gaterweg). Die Buslinie 914 mit Ziel Turmstraße verkehrt vom Bahnhof Rheinhausen („Rheinhausen Bf/Kaiserstraße“) an Werktagen ca. alle 30 Minuten in Richtung IUTA, aussteigen an der Haltestelle „Duisburg Logport Center“. Bei Ankunft am Haltepunkt Rheinhausen Ost nehmen Sie bitte die Buslinie 914 in Richtung Königlicher Hof und steigen an der Haltestelle "Duisburg Logport Center" aus. Weitere Informationen finden Sie unter www.vrr.de.

Taxi vom Duisburger Hauptbahnhof zu IUTA: Preis ca. 20 €.

Taxi vom Bahnhof Rheinhausen zu IUTA: Preis ca. 8 €.

Fußweg:

Vom Bahnhof Rheinhausen: Bahnhofvorplatz überqueren, in die Walther-Rathenau-Straße bis zum Walther-Rathenau-Platz gehen, weiter bis zur Bismarckstraße. Dort links abbiegen bis zur Ecke Friedrich-Ebert-Straße/Gaterweg. Dem Gaterweg in das Logport-Gelände hinein folgen. Am ersten Kreisverkehr weiter geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts zum IUTA. Für den Fußweg werden ca. 25 Minuten benötigt.

Vom Haltepunkt Rheinhausen Ost gehen Sie links unter der Unterführung durch und geradeaus die Europaallee entlang bis zum 2. Kreisverkehr und weiter geradeaus in die Bliersheimer Straße bis zum IUTA auf der linken Seite.



Abb. 4-8: Skizze IUTA und Umgebung