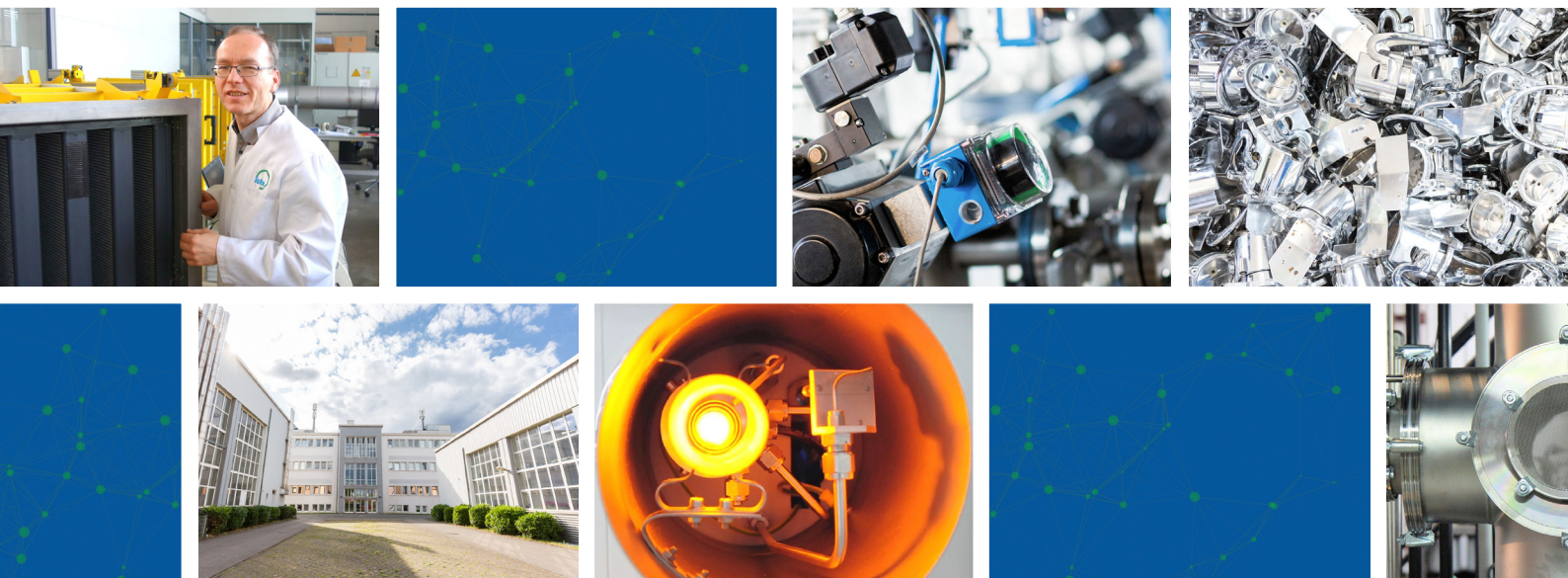


TÄTIGKEITSBERICHT 2018



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.

TÄTIGKEITSBERICHT 2018

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

**Institut an der
Universität Duisburg-Essen**

TÄTIGKEITSBERICHT 2018

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	29
3.5	Partikelprozesstechnik & Charakterisierung	38
3.6	Ressourcen & Recyclingtechnik.....	42
3.7	Forschungsanalytik & Speziesanalytik.....	50
3.8	Forschungsanalytik & Miniaturisierung	54
3.9	Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e.V.	64
4	Anhang.....	68
4.1	Vorträge 2018	68
4.2	Veröffentlichungen 2018	76
4.3	Poster 2018.....	79
4.4	Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen.....	82
4.5	IGF-Forschungsberichte	85
4.6	Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)	88
4.7	Veranstaltungen	94
4.8	Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen	102
4.9	Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e.V.	105
4.10	Mitglieder des IUTA e.V.	106
4.11	Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e.V.....	108
4.12	Mitglieder des Wissenschaftlichen Kuratoriums	108
4.13	Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments.....	109
4.14	Wegbeschreibung zum IUTA	121

1 Vorwort

„Digitalisierung“ ist das Wort, das man zurzeit in allen Branchen, Behörden und insbesondere in der Politik hören kann. „Gesellschaft & Digitalisierung“ ist daher auch eines der vier Leitthemen der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft des Landes NRW, in der das IUTA Mitglied ist. Im Untertitel findet sich dort die Frage: „Wie können wir die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung zum Wohl von Individuum und Gesellschaft gestalten?“

Auch das IUTA sucht Antworten hierzu, natürlich in seinen Arbeitsgebieten in der Energie- und Umwelttechnik; hierzu zwei Beispiele: Im Bereich der Analytik bereiten wir gerade das „Labor der Zukunft“ vor, das nicht nur instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik vereinen soll, sondern vom Probeneingang bis zum Analysebericht alle Arbeitsschritte, Dokumente, Messgeräte, Labormöbel, Infrastruktur, etc. vernetzen soll. Auf dem IUTA-FiltrationsTag wurden die Auswirkungen der Digitalisierung für die Unternehmen dieser Branche diskutiert, während in unseren Laboren Partikelmessgeräte/-sensoren getestet und entwickelt werden, die kaum teurer sind als die Filterelemente selbst und völlig neue Funktionsüberwachungen und Wartungsstrategien ermöglichen werden.

Doch auch jenseits der Digitalisierung waren wir erfolgreich. Die inhaltliche Fokussierung auf die vier Leitthemen

- Aerosole & Partikeltechnik,
- Luftreinhaltung & Gasprozessestechnik,
- Ressourcen & Energie,
- Analytik & Messtechnik

wurde konsequent fortgesetzt, ebenso der „Brückenbau“ zwischen universitärer Grundlagenforschung und industrieller Anwendung.

Die Zahlen sprechen für sich: zu unserem FiltrationsTag kamen 160, zum AnalytikTag 120 und zum erstmals veranstalteten ZytostatikaTag 110 Besucher/-innen. Unser Institut kooperiert mittlerweile mit ca. 150 Universitätslehrstühlen und Forschungsinstituten sowie mit mehr als 360 Unternehmen aus vielen Branchen. Daneben gab es wieder eine Vielzahl von Sitzungen projektbegleitender Ausschüsse und Seminare z. B. im Rahmen von AiF-IGF-Projekten. Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten wurden in vielen Vorträgen und Artikeln in Fachzeitschriften veröffentlicht, IUTA-Mitarbeiter/-innen waren in zahlreichen Gremien auf 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 fallen, finden Sie auf unserer Internet-Seite www.iuta.de. Dort sind auch die jeweiligen Ansprechpartner angegeben. Zögern Sie nicht, uns anzusprechen!

Die traditionell enge Verbindung des Hauses mit der Universität Duisburg-Essen führte auch 2018 wieder zu vielen gemeinsamen Aktivitäten, u. a. neuen Forschungsprojekten und begonnenen Promotionsvorhaben von IUTA-Mitarbeiter/-innen an der Universität.

Auch im Bereich der Organisationsentwicklung des IUTA sind wir 2018 einen großen Schritt vorangekommen, wir haben unser neues Kuratorium aus hochkarätigen Wissenschaftlern etabliert. Unter dem Vorsitz von Prof. Roger Gläser (Universität Leipzig, Technische Chemie) werden uns in den nächsten Jahren Prof. Hans-Jörg Bart (TU Kaiserslautern, Thermische Verfahrenstechnik), Prof. Angelika Hein-

zel (Universität Duisburg-Essen, Energietechnik), Prof. Stefan Scholl (TU Braunschweig, Chemische Verfahrenstechnik), Prof. Christof Schulz (Universität Duisburg-Essen, Reaktive Fluide) und Prof. Isabell Welp (TU München, Strategie & Organisation) in strategischen Fragen beraten. Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit!

Abschließend möchten wir noch einmal allen Mitarbeitern des IUTA und unseren Partnern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich danken, insbesondere den vielen ehrenamtlich engagierten Personen, die uns auch 2018 wieder hervorragend unterstützt haben. Unser besonderer Dank gilt dem Verwaltungsrat des IUTA e.V. mit seinem Vorsitzenden, Herrn Prof. Schramm, sowie seinen beiden Stellvertretern, Herrn Ellerbrock und Herrn Prof. Neukirchen. Gleichmaßen danken wir an dieser Stelle dem Förderverein des Instituts für Energie- und Umwelttechnik (FVEU e.V.) und seinem Vorsitzenden, Herrn Dipl.-Ing. Mölter für die exzellente Zusammenarbeit. Nicht unerwähnt bleiben soll die wertvolle Arbeit des Forschungsbeirats des IUTA unter der Leitung von Herrn Dipl.-Ing. Kohl und Herrn Prof. Dr. K.G. Schmidt. Sie alle trugen und tragen dazu bei, dass sich unser Haus auch zukünftig positiv weiterentwickeln kann.

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

Duisburg, im April 2019



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 42 juristische Mitglieder (Firmen und Organisationen), 26 persönliche Mitglieder und 41 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 in-

haltlichen 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.

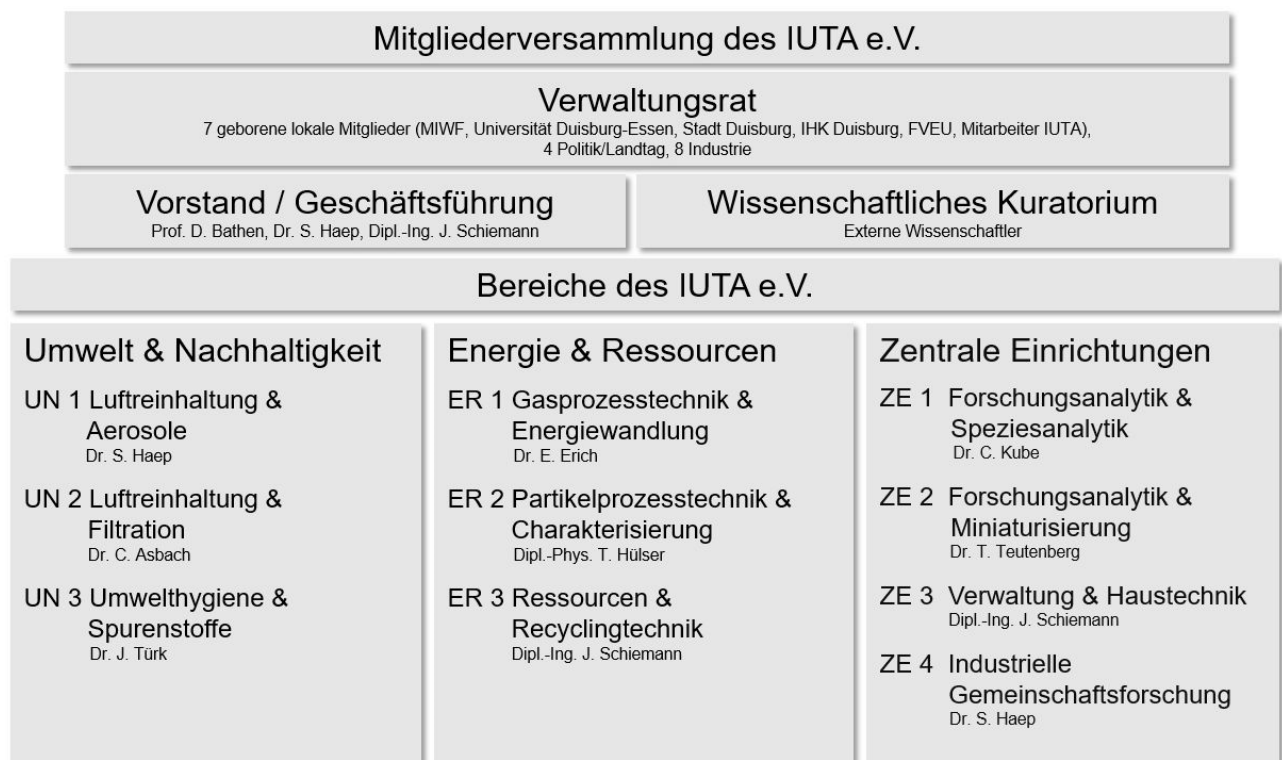


Abb. 2-1: Organigramm des IUTA e.V., Stand: 31.12.2018

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*“ und „*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 2018 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) und das Förderprogramm INNO-KOM ein.

Diese Programme des BMWi ermöglichen industriennahe angewandte Forschung, um insbesondere mittelständische Unternehmen bei ihrer Technologieentwicklung nachhaltig zu unterstützen. Mit dem INNO-KOM-Modul IZ konnte IUTA auch 2018 Mittel zur Verbesserung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur, die für Forschung und Entwicklung einen international angemessenen Leistungsstandard ermöglichen, 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 2018 rd. 4,7 Mio. Euro Zuwendungsmittel an andere Forschungsstellen in Deutschland weiter.

Flankierend zur Forschung führte das IUTA auch 2018 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. 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 & Miniaturoptik* sowie *Umwelthygiene & Spurenstoffe* (FA/UHS) sind durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) nach DIN EN ISO/EC 17025:2005 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 o. g. Kooperationsvertrag mit der Universität Duisburg-Essen vom 21.02.2005 sowie eine Vielzahl von Bewilligungsbescheiden von Behörden und Forschungsförderern.

Die Teilbereiche des IUTA, die über eine spezielle Akkreditierung verfügen, haben zusätzliche spezifische Qualitätssicherungssysteme nach DIN EN ISO/EC 17025:2005 etabliert.

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“ 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 IUTA und für alle für 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 und z. T. deutschlandweit einzigartige 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 2018 wurde die Ausstattung um ein(en)

- Aerodynamic Classifier zur Bereitstellung monodisperser Partikel zur Qualifizierung von Filtern,
- Hochtemperatur Flammen-Ionisationsdetektor (FID) zur Erfassung der Summe der Kohlenwasserstoffe in Aerosolen,
- UF-SMPS zur Charakterisierung von ultrafeinen Partikeln,
- Plasmaanlage zur Probenpräparation für die Rasterelektronenmikroskopie,
- Quecksilberanalysator zur Quecksilber-Bestimmung in Feststoffen und Flüssigkeiten,
- Raman-Spektrometer für Online-Messungen zur Kopplung mit der Flüssigkeitschromatografie,
- Röntgenfluoreszenzanalysator zur Schnellanalyse von Feststoff- und Flüssigkeitsproben

ergänzt.

Maßnahmen zur Nachwuchsförderung und Nachwuchsgewinnung

Etwa 10 % der Mitarbeiter 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, in Einzelfällen auch anderen Hochschulen, z. B. der TU Wien. 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 in die Promotion passende Anschlussprojekte zu finden.

Insbesondere mit der Universität Duisburg-Essen (Fakultäten für Ingenieurwissenschaften und Fakultät für Chemie) findet ein reger fachlicher Austausch statt, sodass zahlreiche Studierende Qualifikationsarbeiten am IUTA anfertigen. Typischerweise betreuen die IUTA-Wissenschaftler kontinuierlich 10 – 20 Bachelor- und Masterarbeiten, in dieser Größenordnung findet auch das Engagement für Praktikantenausbildung statt. Darüber hinaus sind üblicherweise 20 – 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 wichtigen Beitrag durch finanzielle Zuwendungen und personelle Beratung sowohl zum Aufbau als auch zur Weiterentwicklung 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 Dipl.-Ing. Leander Mölter, als Vorsitzendem, und Herrn Dr. Haep sowie Herrn Dipl.-Ing. Jochen Schiemann, als Geschäftsführer, geführt. Im Internet ist der FVEU unter der folgenden Adresse zu finden: www.fveu.de

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 der Anwendungen reicht von Verfahren zur Bewertung und Vermeidung von prozessbedingten Emissionen und Immissionen bis hin zum Personen- und Produktschutz an Arbeitsplätzen.

Für ausgewählte Anwendungen werden sowohl die notwendigen 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 zielgerichtete 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, um Aussagen über den lokalen Energie- und Massentransport, insbesondere für instationäre Prozesse in Apparaten ableiten zu können. Die Expertise reicht von der Simulation des Fluidtransports in HPLC-Kapillaren über die Partikelabscheidung in Elektroabscheidern bis hin zur Simulation von

Partikeltransport 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) erfolgen darüber hinaus Untersuchungen zur Belastung der Umgebungsluft mit Partikeln und partikelgebundenen Schadstoffen.

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.

Tabelle 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
- 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

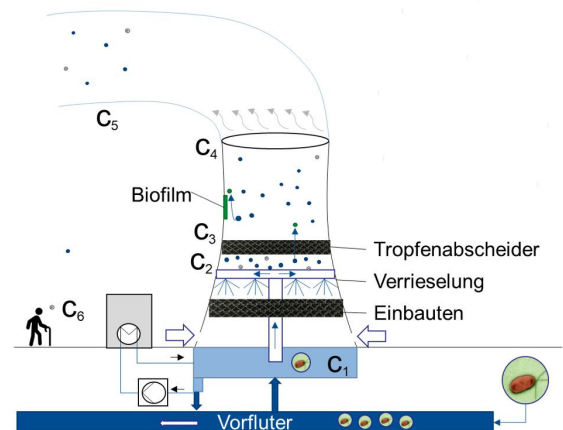
Aus der Vielzahl an Forschungsaktivitäten werden beispielhaft zwei aktuelle Projekte vorgestellt:

Probenahme von legionellenhaltigen Aerosolen aus Rückkühlanlagen

Aufgrund wiederholter Legionellenepidemien in Deutschland ist 2017 die 42. Bundesimmissionsschutzverordnung (42. BImSchV) über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider in Kraft getreten. In dieser werden Strategien zur Überwachung der Legionellenkonzentration im Umlaufwasser sowie Prüf- und mehrstufige Maßnahmenwerte festgelegt. Begründet ist die Überwachungspflicht durch die oftmals vorherrschenden günstigen Vermehrungsbedingungen für Legionellen in Kühl- und Umlaufwässern sowie die mögliche Freisetzung von kontaminierten Aerosolen.

Dem Aerosolpfad kommt bei einer potentiellen Freisetzung eine besondere Bedeutung zu; die aktuelle Überwachungsstrategie basiert allerdings auf der Überwachung des Umlaufwassers. In Abb. 3-1 ist schematisch dargestellt, wie Legionellenaerosole vom Umlaufwasser in die Umgebung gelangen können. Die Umlaufwasserkonzentration (C_1) ist dabei nicht direkt auf die Konzentration im austretenden Aerosol (C_4) übertragbar. Das Umlaufwasser wird verdunstet/verrieselt, wobei Tropfen freigesetzt werden, die durch den Aufwärtsstrom mitgerissen werden können. Ein großer Anteil der Tropfen wird im oberhalb angeordneten Tropfenabscheider abgeschieden. Einige Tropfen können den Tropfenabscheider mit oder ohne Wandkontakt passieren (bei Wandkontakt kann es zu einer Konzentrationserhöhung durch den Mitriss von Wandanhaftungen kommen). Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten kann es zudem vorkommen, dass Tropfen aus dem Biofilm, der sich möglicherweise auf dem Tropfenabscheider gebildet hat, abgerissen werden. Dasselbe gilt für den Randbereich oberhalb des Tropfenabscheiders.

Bei zwangsbelüfteten Kühltürmen mit saugendem Ventilator kann es zum Abreißen von gesammelten Tropfen oder Zerschneiden der Tropfen kommen. Bei Eintritt in die Atmosphäre wird die Austrittskonzentration weiter verdünnt (C_5). Je nach Wetterlage, Höhe des Kühlturms, Austrittsgeschwindigkeit etc. sedimentieren Tropfen dann als Immissionskonzentration (C_6) in Bodennähe und können eingeatmet werden.



- C1: Legionellenkonzentration im Umlaufwasser
- C2: legionellenhaltiges Aerosol oberhalb der Verdunstung
- C3: Konzentration der Legionellen oberhalb des Tropfenabscheiders
- C4: Emissionskonzentration
- C5: verdünntes Aerosol durch Vermischung mit der Atmosphäre
- C6: Immissionskonzentration

Abb. 3-1: Weg der Legionellen

Da schon eine sehr geringe Immissionskonzentration eine potentielle Gefährdung darstellt, muss ein großes Volumen beprobt werden um in Kombination mit einem geeigneten Analyseverfahren eine ausreichend niedrige Nachweisgrenze zu erreichen.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wird daher ein Verfahren zur repräsentativen Aerosolprobenahme am Auslass von Rückkühlanlagen und zeitnahen Erfassung der Legionellenkonzentration entwickelt, welches in der Routineüberwachung zum Einsatz kommen soll. Dazu wird ein Nass-Zyklonabscheider auf seine Sammeleffizienz überprüft bzw. für die spezifische Messaufgabe an der Kühlturm-mündung modifiziert.

Die Anforderungen der einschlägigen Richtlinienreihen VDI 4257 und VDI 2066 an eine (Bio-)Aerosolprobenahme sind unter den besonderen Randbedingungen der zu charakterisierenden Quellen nur bedingt umsetzbar, hier sind insbesondere die Abmessungen und die Zugänglichkeit der Messebene sowie der Wassergehalt des Aerosols zu nennen. Eine repräsentative Probenahmestrategie sowie verlässliche Ergebnisse erfordern eine eingehende Charakterisierung der Gasströmung im Messquerschnitt mittels Netzmessung sowie eine definierte, nach Möglichkeit isokinetische, isoaxiale Anströmung des Sammlers.

Zur physikalischen Charakterisierung des Coriolis μ -Sammlers wurde ein Aerosolgenerator nach dem Sinclair-La-Mer-Prinzip eingesetzt, mit dem monodisperse Tropfenaerosole mit Durchmessern zwischen 0,1 und 8 μm erzeugt werden können. Die physikalische Sammeleffizienz für den Fall einer isokinetischen Probenahme aus einer Strömung heraus wurde damit für drei verschiedene Betriebspunkte des Sammlers bestimmt. Abb. 3-2 stellt die Abscheidegradkurven dar.

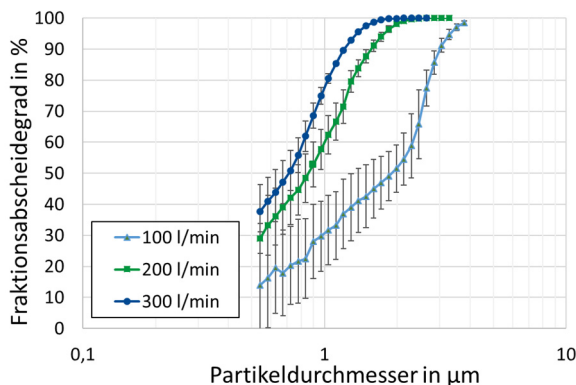


Abb. 3-2: Fraktionsabscheidegrad – Coriolis μ -Sammler

Um eine isoaxiale Probenahme zu ermöglichen, wird dem Zyklon ein Krümmer vorgeschaltet. Der Krümmer wirkt aufgrund der Umlenkung als Vorabscheider großer Tropfen mit hoher Trägheit.

Zur Validierung theoretisch ermittelter Werte zum Abscheidegrad des Krümmers kam ein

Aerosolерzeuger der Firma PariBoy zum Einsatz. Mit diesem wurde ein polydisperses Aerosol mit Tropfengrößen bis maximal 15 μm erzeugt.

Neben dem Krümmer wurde der Zyklon um einen Düsenatz ergänzt, mit dem verschiedene Einlassgeschwindigkeiten eingestellt werden können, sodass eine isokinetische Probenahme erfolgen kann.

Ausgehend von den Richtlinien wurde eine Probenahmestrategie ausgearbeitet. Diese wurde bereits an zwei realen Kühltürmen sowie an einem Modellkühlturm erprobt. Um eine repräsentative Probe zu erhalten, ist eine genaue Kenntnis des Strömungsprofils notwendig. Die Messung des Strömungsprofils wird als Netzmessung nach VDI 2066 durchgeführt.

Schwierigkeiten in diesem Zusammenhang sind:

- Große Dimensionen → hoher organisatorischer Aufwand der Vor-Ort-Messung
- Oftmals schlechte Zugänglichkeit der Messebene
- Hoher Kondensatanfall (Anwendungsgrenzen bei Einsatz von Staudrucksonden und Flügelrädern)
- Probenahme in einem Messquerschnitt ohne Rückströmung, bei dem das Verhältnis von größter zu kleinster Geschwindigkeit kleiner 3 sein sollte
- Winkel zwischen der Achse der Hauptströmungsrichtung und dem Abgaskanal $< 10^\circ$

Diese Anforderungen können teilweise nicht vollumfänglich erfüllt werden, insbesondere bei Kühlanlagen mit saugenden Ventilatoren. Praxiserfahrungen bei der Probenahme an einem über 30 m hohen Rundkühlturm mit saugendem Ventilator zeigten besondere Schwierigkeiten bei der repräsentativen Aerosolprobenahme auf. Dort wurden in zwei Ebenen Proben genommen: Auf der letzten begehbaren Ebene vor dem Auslass (oberhalb des Tropfenabscheiders, unterhalb des Ventilators) und

zum anderen in der Auslassebene. Die Probe am Auslass ist aus Gründen der praktischen Zugänglichkeit in Randnähe möglich.

Des Weiteren wurde eine Zelle eines Zellenkühlturms mit saugend angeordnetem Ventilator beprobt. Aufgrund einer begehbaren Arbeitsebene in Auslassnähe konnte eine Halbachse der Kühlturmzelle mit vorangehender Ermittlung des Strömungsprofils größtenteils richtlinienkonform beprobt werden. Das gemessene Strömungsprofil ist in Abb. 3-3 dargestellt.

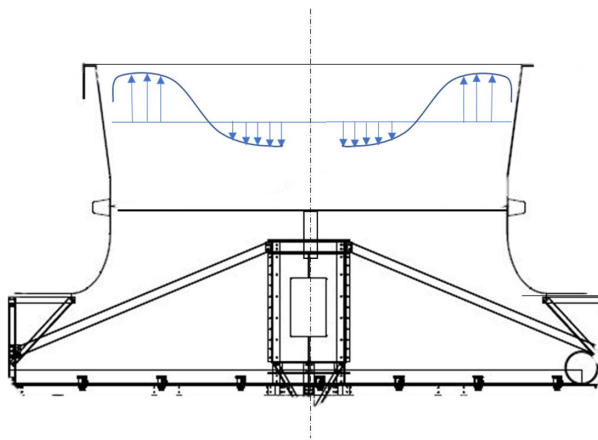


Abb. 3-3: Strömungsprofil am Auslass eines Kühlturms mit saugendem Ventilator

Weiter wurde am IUTA ein Modellkühlturm temporär in Betrieb genommen und an diesem ausgiebige Geschwindigkeitsstudien und Tropfenaerosolmessungen durchgeführt. Dies umfasst auch die Impaktion auf beschichteten Impaktorplatten und die standardisierte mikroskopische Auswertung der Einschlagereignisse.

Um die abgeleitete Probenahme-strategie zu validieren, werden in der ersten Jahreshälfte 2019 weitere Objekte beprobt. Diese Untersuchungen sollen zudem zusätzliche Erkenntnisse zur Tropfenverteilung, Richtung der Hauptströmung und Sammlerkonfiguration (mit/ohne Krümmer) liefern.

Danksagung:

Das Projekt „Entwicklung eines sensitiven Verfahrens zum routinemäßigen Nachweis von Legionellen in Aerosolen von Verdunstungskühlanlagen“ wurde finanziell vom Umweltbundesamt unter dem Förderkennzeichen UFOPLAN 3716 62 209 0, Az.: Z 6 – 55 411/5 gefördert.

Projektteam: IWW Zentrum Wasser; Mülheim an der Ruhr (verantwortlicher Auftragnehmer); IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V., Duisburg.



Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund – technische und wirtschaftliche Voraussetzungen

Um die europäischen Klimaschutzziele langfristig zu erreichen, ist es notwendig, alle Energiesektoren (Strom, Wärme, Mobilität, Industrie) zu dekarbonisieren. So genannte „Power-to-X-Technologien“ ermöglichen dabei eine Sektorkopplung. Dazu wird der regenerative Strom aus erneuerbaren Quellen (Wind, Sonne, Biomasse, etc.) in Energieformen umgewandelt, die in den anderen Energiesektoren genutzt werden können (Abb. 3-4).

Im IGF-Forschungsprojekt 19742 N wird untersucht, wie Power-to-X-Technologien in einen dezentralen Verbund von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen und industriellen Verbrauchern integriert werden können. Dem entsprechend handelt es sich um die Kopplung zwischen Strom- und Industriesektor.

In einem ersten Schritt wird der im Verbund erzeugte regenerative Strom einer Wasserelektrolyse zugeführt, die Wasser in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) spaltet. Dabei wird die erzeugte Energie als chemische Energie im Wasserstoff gebunden, der anschließend zwi-

schengespeichert werden kann. Der Wasserstoff lässt sich beispielsweise mit CO_2 aus Industrieabgasen zu synthetischem Erdgas (SNG) umsetzen, um fossile Brennstoffe zu substituieren. Die Abb. 3-5 veranschaulicht diesen Prozess.

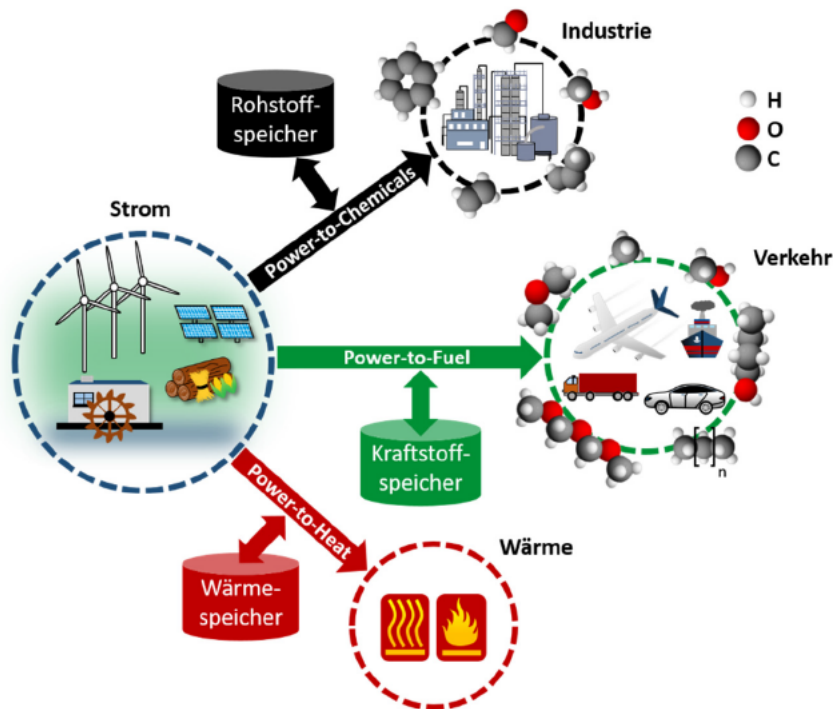


Abb. 3-4: Sektorenkopplung durch Power-to-X

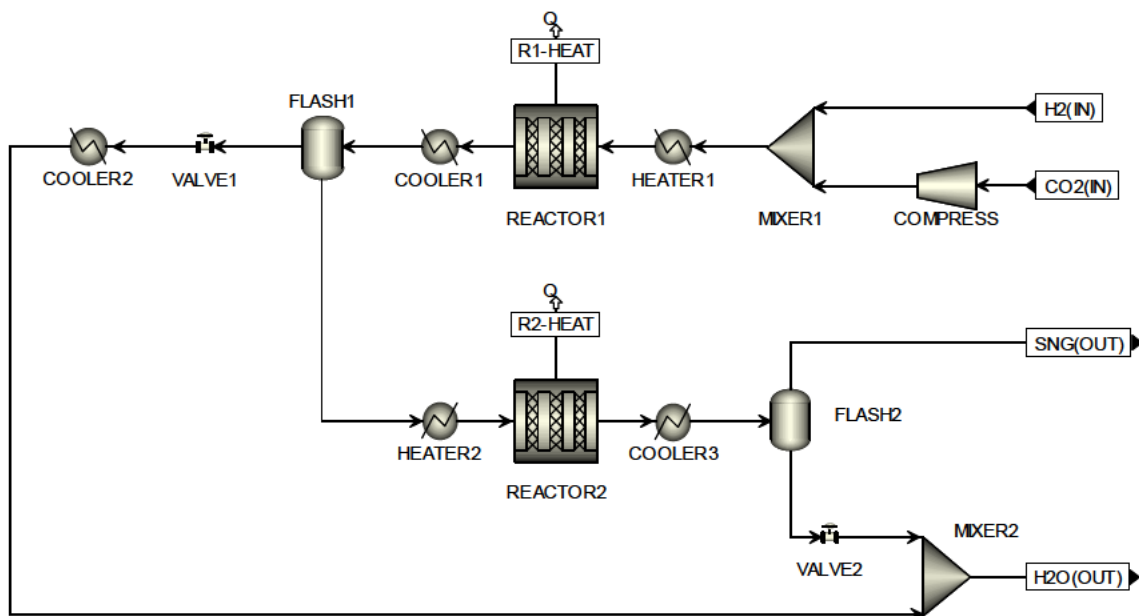
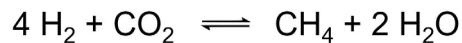


Abb. 3-5: Fließbild der Aspen-Plus®-Simulation zur Erzeugung von synthetischem Erdgas aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid

Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid werden bei erhöhtem Druck in einem polytropen Reaktor methanisiert.



Ein Teil des im Produktgas enthaltenen Wassers wird anschließend auskondensiert, um das Reaktionsgleichgewicht im zweiten Methanisierungsreaktor auf die Seite der Produkte zu verschieben. Nach erneuter Phasentrennung kann das Produkt in das Erdgasnetz eingespeist oder als Kraftstoff verwendet werden. Da die Methanisierung stark exotherm abläuft, lässt sich die entstehende Wärme für weitere Prozesse nutzen.

Neben synthetischem Erdgas können auch Grundchemikalien der chemischen Industrie oder Spezialprodukte erzeugt werden. Die Analyse und Optimierung der verfahrenstechnischen Prozesse wird mit der Simulationssoftware Aspen Plus® durchgeführt. Neben den Prozessfließbildern lassen sich energetische Kennzahlen ermitteln, die eine Bewertung verschiedener Prozessketten ermöglichen.

Ziel des Projektes ist es, Handlungsempfehlungen für den Unternehmensverbund zu identifizieren. Dazu wird der Einfluss technischer, wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen auf die Integration der chemischen Speicher im Verbund ermittelt. Das Forschungsprojekt wird zusammen mit dem Forschungsinstitut für Unternehmensführung, Logistik und Produktion der Technischen Universität München bearbeitet.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19742 N der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ wird 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:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



3.2 Luftreinhaltung & Filtration

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* forscht und entwickelt in vielfältigen Bereichen der Partikel- und Gasfiltration sowie der Partikel- und Gasmesstechnik. Der Bereich verfügt über eine breite messtechnische Ausstattung und eine Vielzahl aufwändiger Prüfstände, die sowohl zur normgerechten Prüfung von Filtern oder Adsorbentien als auch für die Entwicklung neuer Materialien oder Messverfahren eingesetzt werden. Die Anwendungsbereiche umfassen dabei ein weites Spektrum. Es 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 Kombination der breit gefächerten Expertise der Mitarbeiter lassen sich zudem maßgeschneiderte Lösungen für weitere Anwendungen entwickeln.

Einen Überblick über die im Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* verfügbaren Prüfstände liefert Tabelle 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 dabei Volumenströme zwischen 400 und 5000 m³/h bei einer konstanten Temperatur zwischen 20 und 60 °C und relativen Luftfeuchtigkeit bis zu 98 %.

Tabelle 3-2: Prüfstände im Bereich *Luftreinhaltung & Filtration*

Prüfstand		RLT-Filter (ISO 16890, ehem. EN 779)	Druckluft (ISO 12500)	Kfz Filter (DIN 71460, ISO 11155)	MFP (DIN EN 1822-3)	Raumluf-reiniger (DIN 44973-100 ³ , GB T18801-2015)	Gerüche	Tox
Norm								
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. Diese Aufbauten erlauben die 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 der Temperatur zu analysieren.

Kfz-Innenraumfilter können in einem weiten Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich (10 bis 80 °C, 10 bis 95 %) in 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 *Luftreinhaltung & Filtration* über einen variablen Prüfraum, in dem die Effektivität von Raumluftreinigern untersucht wird. Die Größe des Raumes lässt sich an die jeweils gestellten Anforderungen anpassen. Für Untersuchungen gemäß der chinesischen Norm GB T18801-2015 beträgt das Volumen des Raumes 30 m³.

Für Messungen gemäß anderer Normen (z. B. dem Entwurf für die deutsche Norm DIN 44973-100) lässt sich das Raumvolumen variabel anpassen. Die Qualität der Raumluftreiniger wird anhand der Abnahme der Konzentration von Partikeln sowie verschiedener Gase wie Formaldehyd oder Toluol ermittelt. Zudem sind Möglichkeiten zur definierten Alterung der eingesetzten Filter, z. B. mit Zigarettenrauch oder Formaldehyd vorhanden.

Ein weiterer Prüfstand des Bereiches erlaubt die definierte Einspeisung von Gasen und Partikeln in einen Prüfkanal, der an ein Olfaktometer gekoppelt ist. Der Aufbau ermöglicht somit die Bewertung der Geruchsabscheidung z. B. von Kfz-Innenraumfiltern. Als typische Gas- und Partikelquellen können beispielsweise das Abgas eines Dieselmotors sowie Zigarettenrauch zum Einsatz kommen.

Zu guter Letzt verfügt der Bereich über einen einzigartigen Prüfstand, der es erlaubt, sicher mit unterschiedlichen, auch toxischen oder hochtoxischen Gasen umzugehen, um z. B. deren Adsorption an Schüttungen von Adsorbentien, Flachmedien oder Gasmasken zu untersuchen. Der Prüfstand verfügt über eine aufwändige Gaskonditionierung, sodass 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. Anders als in den meisten anderen Fällen können hier also nicht nur Einzelgase, sondern auch realitätsnahe Schadgasgemische untersucht werden.

Funktionale ultradünne Werkstoffe für die sensorische Nanosystemtechnik

Im Rahmen des Leitmarktwettbewerbs „Neue-Werkstoffe.NRW“ des Landes Nordrhein-Westfalen startete am 01.01.2017 unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) das Projekt „Funktionale ultradünne Werkstoffe durch Atomlagenabscheidung für die nächste Generation der Nanosystemtechnik“ (kurz „FunALD“). Während der dreijährigen Projektdauer soll eine neue Klasse von ultradünnen funktionalen Materialien auf Basis der ALD-Technologie für mechanische Sensoren und Gassensorik entwickelt werden. Die im Projekt „FunALD“ untersuchten freistehenden ALD-Nanostrukturen versprechen eine hohe Empfindlichkeit und eine kurze Ansprechzeit der neuen Gassensoren. Am Konsortium beteiligen sich das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA), das Fraunhofer IMS, die Ruhr-Universität Bochum (RUB) sowie die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHUD) und die ExTox Gasmess-Systeme GmbH. Als assoziierte Partner wirken zudem der Automobilzulieferer paragon AG und Aixtron SE, ein führender Hersteller von Abscheideanlagen für die Halbleiterindustrie, mit. Das Projekt wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und durch die LeitmarktAgentur.NRW betreut.

In einem ersten Arbeitspaket haben alle Projektpartner gemeinsam die Spezifikationen festgelegt, wobei die Schwerpunkte entsprechend der jeweiligen Kompetenzen aufgeteilt wurden:

- IUTA: Entwicklung von Teststrukturen und der Messtechnik auf dem Gebiet der Referenzanalytik; anwendungsorientierte Prüfung von Gassensoren
- IMS: Sensorstrukturen; Demonstrator-Fertigung; Maskendaten
- RUB: Herstellung der Precursoren; Optimierung der Abscheidebedingung

- HHUD: Aufbau- und Verbindungstechnik; elektrische und chemische Charakterisierung
- ExTox: Spezifizierung von Sensoren für den Einsatz in der Gaswarntechnik
- Paragon: Spezifizierung der Sensoren im Automobilbereich; Prüfgase

Das fertiggestellte Lastenheft führt alle vereinbarten Spezifikationen auf. Die ersten Synthesen der geplanten Precursoren führten zur Darstellung von Bis-(N,N'-diisopropyl-3-methylamidinato)-methyl Indium(III) [InMe(AMD)3] (Abb. 3-6).

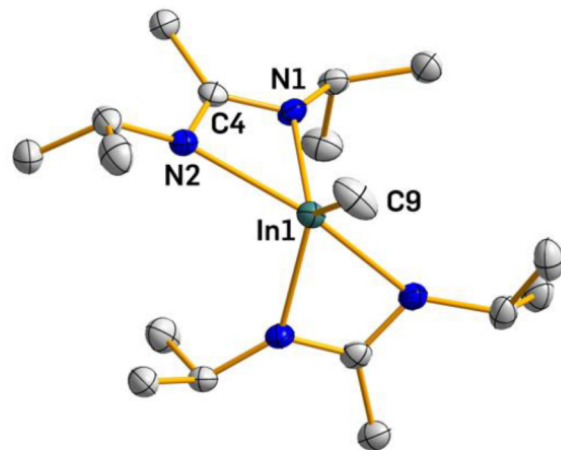


Abb. 3-6: Bis-(N,N'-diisopropyl-3-methylamidinato)-methyl Indium(III) [InMe(AMD)3] (Quelle: RUB)

Die Charakterisierung der Verbindung ist abgeschlossen, sodass diese zukünftig in ALD-Experimenten eingesetzt werden kann.

Für SnO₂ wurde der Precursor Tetrakis-(N,N-dimethylaminopropyl) Zinn(IV) [Sn(DMP)4] hergestellt und umfangreich analysiert. Hier standen neben der molekularen Struktur vor allem die thermischen Eigenschaften für ALD im Vordergrund. Es zeigte sich, dass der neue Sn-Precursor bei 140 °C sehr stabil und in die Gasphase zu bringen ist. Daraufhin führte die RUB weitere PEALD-Experimente durch und obwohl bei 60 °C lange Plasmazeiten notwendig sind, ist das Schichtwachstum durch Kondensation zwischen 60 °C und 220 °C nicht behindert. Die Oberflächensättigungen bei 60 °C und 150 °C sind mit dem Linearitätskriterium erfüllt (siehe Abb. 3-7).

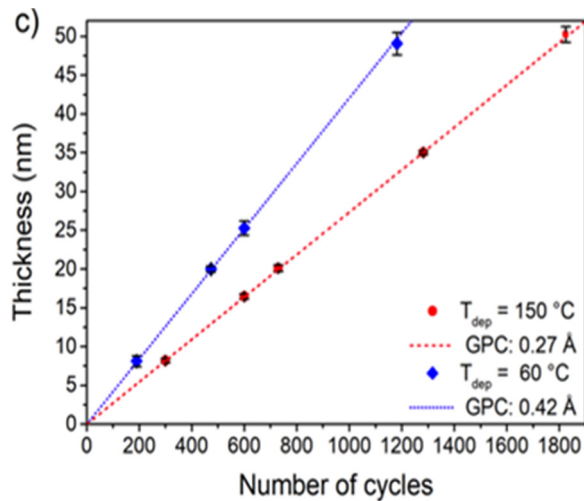


Abb. 3-7: Schichtdicke vs. Abscheidezyklen (Quelle: HHUD)

Die HHUD bestimmte die spezifischen Widerstände der ersten Materialproben und charakterisierte die Oberflächen mittels XPS- und UPS-Messungen (siehe Abb. 3-8).

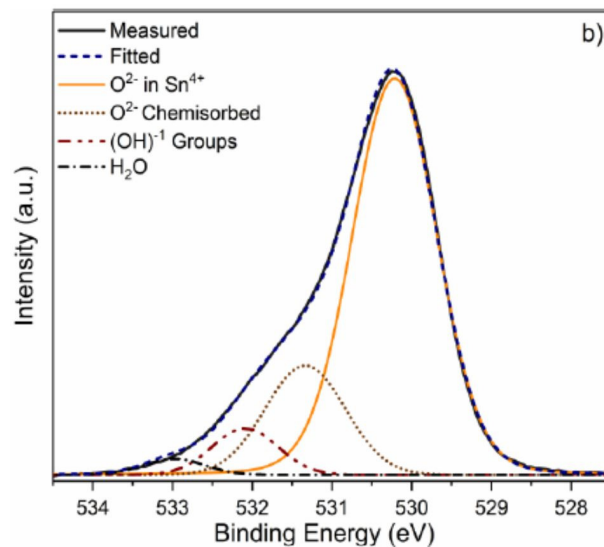


Abb. 3-8: XPS-Oberflächencharakterisierung (Quelle: HHUD)

Die geringe Reaktivität des SnO_2 -Precursors sowie die elektrische und chemische Charakterisierung der abgeschiedenen Oberflächen zeigt die Materialeignung, um im nächsten Pro-

jektschritt am IMS erste ALD-Sensoren vom Typ 1 herzustellen.

Beim Entwurf der Teststrukturen wirkte IUTA hinsichtlich der Aufbau- und Verbindungstechnik mit, um später die fertigen Demonstratoren in den Aufbauten des IUTA mit einer geeigneten Platine elektrisch zu kontaktieren (Kontaktplatine siehe Abb. 3-9).

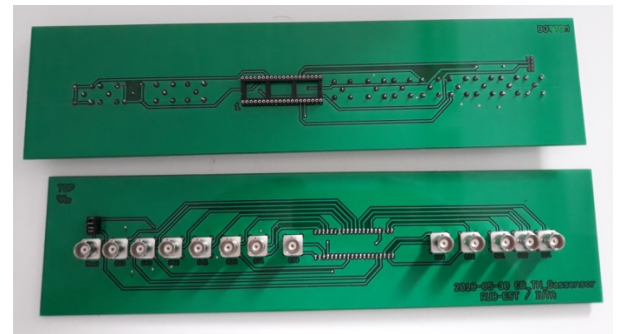


Abb. 3-9: Kontaktierungsplatine zur Aufnahme eines DIL40

IMS realisierte daraufhin ein Layout für alle Strukturebenen des Sensors, um die ersten Demonstrator-Typen auf einem DIL40 zu fertigen. Die Herstellung des entsprechenden Masakensatzes und die Produktion der Testwafer sind abgeschlossen und erste ALD-Sensorelemente hergestellt (siehe Abb. 3-10).

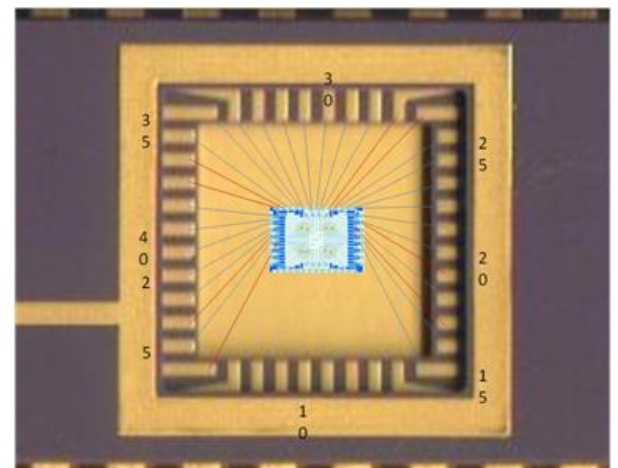


Abb. 3-10: Bondplan für Sensor-Chip auf DIL40 (Quelle: IMS)

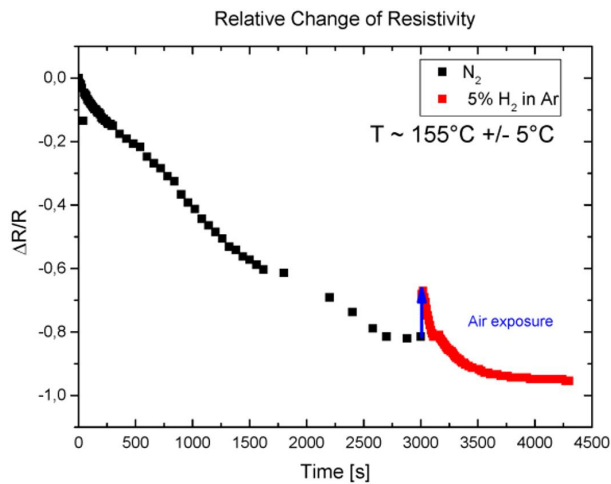


Abb. 3-11: Widerstandsänderung; Nachweis der Gassensitivität

IUTA bewertete die Sensorelemente hinsichtlich der Qualität der einzelnen Kontakte und der Trennung der kapazitiven und ohm'schen Widerstände mittels Impedanzspektroskopie. Diese Messungen belegen die Gassensitivität der ersten Sensorelemente (Abb. 3-11).

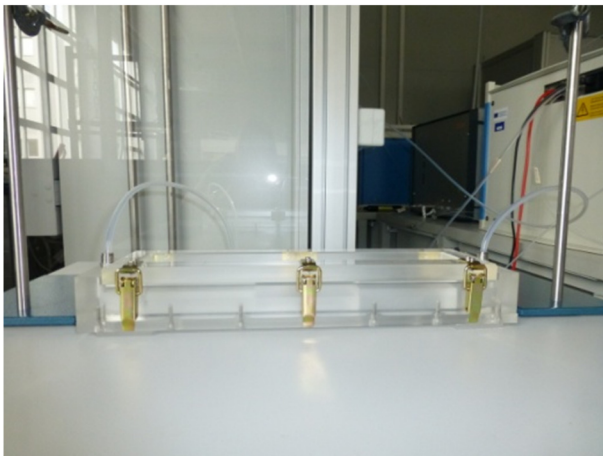


Abb. 3-12: Gasmesszelle am Tox-Prüfstand im IUTA

Zur Entwicklung und Optimierung geeigneter Charakterisierungsverfahren mit den festge-

legten Spurengasen steht eine Gasmesszelle zur Verfügung (Abb. 3-12), die mit der sensorbestückten Platine verschlossen wird.

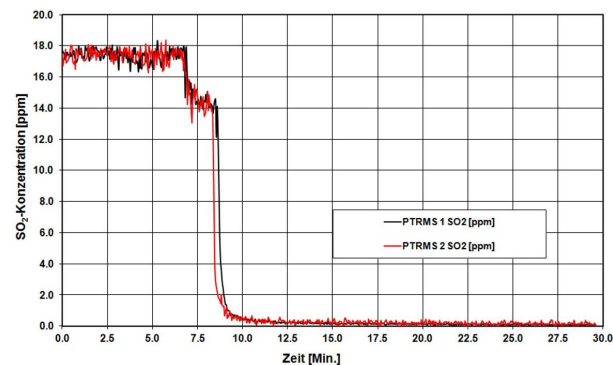


Abb. 3-13: Vergleich: PTRMS 1 und 2, Messung mit Krypton, Verlauf der Konzentration SO₂

Das IUTA konnte im Rahmen des Projekts zudem seine Möglichkeiten im Bereich der Gasmessung so weiter entwickeln, dass zum Beispiel auch SO₂ mit dem PTR-MS quantifizierbar ist (Abb. 3-13). Somit steht ein äußerst sensibles Tool für die Überprüfung und Kalibrierung der neuen Sensoren zur Verfügung.

In der Projektlaufzeit bis Ende 2019 können so die hergestellten Sensorelemente auf ihre Gassensitivität bezüglich der im Lastenheft festgelegten organischen und anorganischen Zielgase vermessen werden.

Danksagung:

Das Forschungsprojekt 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

Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter

Partikelfilter finden universelle Anwendung, sei es zur Verbesserung der Raumluftqualität, zum Schutz von Anlagenkomponenten, Geräten oder Produkten vor Stäuben oder zur Verringerung von Emissionen. Ein wesentlicher Aspekt bei der Filterwahl ist dabei stets, eine möglichst hohe Abscheideeffizienz bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erreichen. Deshalb kommen häufig Elektretfilter zum Einsatz, bei denen die mechanische Abscheidung durch die Coulomb-Wechselwirkung zwischen geladenen Fasern und geladenen Partikeln (Elektrophorese) oder durch Wechselwirkung von geladenen Fasern mit induzierten Dipolen in geladenen oder neutralen Partikeln (Dielektrophorese) unterstützt wird.

Ein bekannter Nachteil von Elektretfiltern ist, dass die auf den Fasern gespeicherte Ladung durch Exposition gegenüber Partikeln, Gasen oder Luftfeuchte meist schnell abgebaut wird. Um diesen Effekt zu erfassen, sieht beispielsweise die Prüfung von Partikelfiltern für die allgemeine Raumlufttechnik gemäß EN 779 eine Entladung der zugehörigen Medien durch Tränken in Isopropanol vor. Die kürzlich in Kraft getretene ISO 16890, die die EN 779 seit Mitte 2018 vollständig ersetzt, schreibt hingegen eine Entladung der kompletten Filter in mit Isopropanol-Dampf gesättigter Luft vor. Bisher gibt es nur geringe Kenntnis darüber, inwiefern beide Methoden zu den gleichen Resultaten führen und somit eine Übertragbarkeit zwischen den Normen gegeben ist.

Daher wurden verschiedene Filter in Isopropanol getränkt sowie in mit Isopropanol-Dampf gesättigter Luft entladen. Vor und nach der Entladung wurden die Fraktionsabscheidegrade für ein Natriumchlorid-(NaCl)-Aerosol bestimmt, wie exemplarisch für einen Filtertyp in Abb. 3-14 gezeigt ist.

Dabei zeigte sich für das hier untersuchte Filtermaterial, dass das einmalige Tränken in

Isopropanol (unter Vermeidung von Luftblasen durch Schwenken des Mediums) zu einer deutlich geringeren Entladung führte als die Behandlung mit Isopropanol-Dampf.

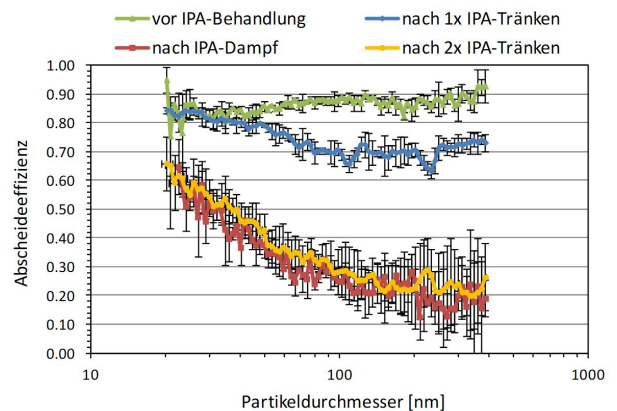


Abb. 3-14: Abscheideeffizienz eines Filters im Neuzustand, nach Entladung in mit Isopropanol gesättigter Luft und nach ein- bzw. zweimaligem Tränken in Isopropanol

Eine aktuelle Veröffentlichung vermutet als Ursache, dass das flüssige Isopropanol beim Abdampfen während der Trocknung die Fasern wieder auflädt (Tang et al., Build. Environ., 141, 206, 2018). Dies konnte hier jedoch durch wiederholtes Tränken der Filter in Isopropanol, was zur nahezu gleichen Abscheideeffizienz wie die Dampfbehandlung führte, widerlegt werden. Es liegt also nahe, die Ursache eher in einer unzureichenden Benetzung der Fasern durch das flüssige Isopropanol zu suchen, wozu jedoch noch weitere Untersuchungen nötig sind.

Neben Messungen mit NaCl wurden auch Versuche mit Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat (DEHS) durchgeführt. Dies ist von besonderem Interesse, da die ISO 16890 beide Arten von Testaerosolen vorsieht. Wie bereits im letzten Tätigkeitsbericht erläutert, zeigte sich dabei, dass die Abscheideeffizienz für NaCl über einen weiten Partikelgrößenbereich höher ist als für DEHS. Unterschiede in der Ladungsverteilung der Aerosole konnten als Ursache durch Verwendung eines ^{85}Kr -Neutralisators ausgeschlossen werden. Als weitere mögliche Ursachen kommen Unterschiede in der dielektrophoretischen Abscheidung, deren Stärke von

der Dielektrizitätskonstante des Partikelmaterials abhängt, in Frage. Da sich die Dielektrizitätskonstanten von NaCl und DEHS jedoch nur leicht unterscheiden, wurden ergänzend Messungen mit Glycerin durchgeführt, das eine deutlich höhere Dielektrizitätskonstante besitzt. Durch Erhitzen des Glycerins im Atomizer auf 100 °C konnte die Viskosität weit genug abgesenkt werden, um dieses zu vernebeln.

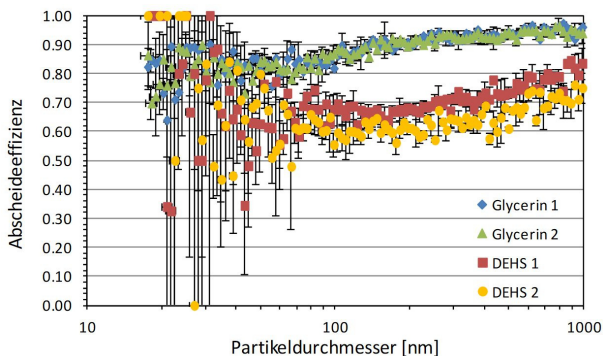


Abb. 3-15: Vergleich der Fraktionsabscheidegrade für Glycerin und DEHS, jeweils zweimal nacheinander am selben Filter gemessen

Anhand der in Abb. 3-15 gezeigten Fraktionsabscheidegrade wird ersichtlich, dass deutliche Unterschiede in der Abscheideeffizienz zwischen Glycerin und DEHS auftreten. Da diese jedoch von vergleichbarer Größe wie zwischen NaCl und DEHS sind, scheint nicht die höhere Dielektrizitätskonstante dafür verantwortlich zu sein. Durch abwechselndes Beladen mit DEHS und Glycerin in verschiedenen Reihenfolgen konnte stattdessen gezeigt werden, dass DEHS im Gegensatz zu Glycerin bereits bei sehr geringen Beladungen zu einer deutlichen Abnahme der Filtereffizienz (sehr wahrscheinlich durch Entladung) führt, was die Unterschiede erklären kann. Der zu Grunde liegende Mechanismus ist jedoch noch nicht im Detail verstanden.

Um den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchte auf die Filtereffizienz näher zu untersuchen, wurden Filter bei verschiedenen Temperaturen und hoher relativer Feuchte entladen. In Abb. 3-16 sind die mit NaCl gemessenen Fraktionsabscheidegrade nach Konditionie-

rung des Filters für 3 h bei 80 % rF und verschiedenen Temperaturen gezeigt. Man erkennt, dass die Abscheideeffizienz gegenüber dem Neuzustand leicht reduziert ist, aber noch deutlich über dem vollständig entladenen Zustand liegt. Eine höhere Temperatur führt dabei zu einer etwas stärkeren Abnahme der Effizienz. In einem nächsten Schritt ist zu klären, ob dies wirklich an der Temperatur liegt (z. B. höhere Ladungsträgermobilität) oder an der höheren absoluten Feuchte, d. h. einem höheren Wassergehalt in der Luft. Dazu sollen demnächst Messungen bei gleicher absoluter Feuchte aber verschiedenen Temperaturen durchgeführt werden.

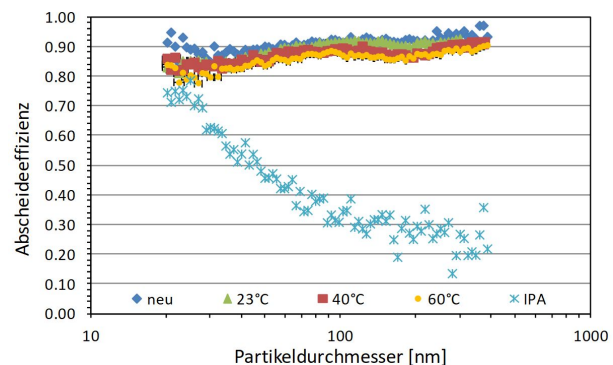


Abb. 3-16: Fraktionsabscheidegrade im Neuzustand und nach Konditionierung über jeweils 3 h bei den angezeigten Temperaturen im Vergleich zur Entladung mit Isopropanoldampf

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19145 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:



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 wirksame 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 Umweltmatrizes. Zu deren Minderung stehen Verfahren der oxidativen und adsorptiven Behandlung im Fokus der Entwicklungsarbeiten. 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 häufig über Emissionsanforderungen, Einhaltung des Standes der Technik sowie Beschränkungen und Verbote 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 IUTA-Beteiligung haben sich für die gezielte Spurenstoffelimination auf Kläranlagen Verfahren mit Ozon oder Aktivkohle als am besten geeignet erwiesen. Die technische Realisierbarkeit und ein stabiler Betrieb dieser Verfahren wurden bereits an mehreren Standorten in Deutschland und der Schweiz nachgewiesen.

In der Schweiz wurde durch die Änderung des Gewässerschutzgesetzes im Jahr 2014 die Grundlage für eine befristete Abwasserabgabe zur verursachergerechten Finanzierung des Ausbaus von ausgewählten Kläranlagen geschaffen. Das Gesetz trat am 1. Januar 2016 in Kraft. Konkrete Regelungen für die Umsetzung werden gegenwärtig erarbeitet. Während in der Schweiz die Einführung von Maßnahmen zur Spurenstoffelimination auf ausgewählten Kläranlagen somit breit abgestützt und akzeptiert ist, wird das Thema in Deutschland kontrovers diskutiert. In Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen wurden bereits einige Kläranlagen unterschiedlicher Größenordnung um eine Stufe zur Spurenstoffelimination erweitert. Parallel zum Ausbau der Kläranlagen wurde in der Schweiz die Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“, welche dem Verband der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) angegliedert ist, in Baden-Württemberg das Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW (KomS) sowie in Nordrhein-Westfalen das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW (KOM-M.NRW) geschaffen. Die neuen Techniken und Erfahrungen, die aus dem Bereich der kommunalen Abwasserreinigung anfallen, werden dort koordiniert, gesammelt und aufgearbeitet, um sie in weitere Projekte einfließen zu lassen.

Das IUTA hat im Auftrag des nordrhein-westfälischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV NRW) in einer Arbeitsgemeinschaft zusammen mit dem Ingenieurbüro SWECO GmbH in Köln,

dem IWW Zentrum Wasser (Mülheim an der Ruhr) und der IKU GmbH (Dialoggestalter mit Sitz in Dortmund) von 2014 bis 2018 als wissenschaftlicher Partner das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW unterstützt. Weiterhin eingebunden waren die DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) mit ihrem Landesverband NRW und das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV).

Das Projekt wurde durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



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

Mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurden auf europäischer Ebene erstmals verbindliche und einheitliche Ziele festgelegt, um einen guten chemischen und biologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Dies bedeutet, dass kein Schadstoff in höheren Konzentrationen als in den Umweltqualitätsnormen (UQN) angegeben im Gewässer nachweisbar sein darf. Die Elimination von organischen Spurenstoffen wie z. B. Arzneimittelwirkstoffen und Industriechemikalien erfolgt in konventionellen Kläranlagen jedoch nur unzureichend. Kläranlagen-Abläufe stellen somit Quellen für den Eintrag dieser Spurenstoffe in die Oberflächengewässer dar.

Zur Reduktion von organischen Spurenstoffen aus Kläranlagenabläufen gibt es verschiedene oxidative und adsorptive Verfahren. In neueren Studien stellen sich Kombinationsverfahren als sinnvolle und wirtschaftliche Lösungen dar.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „AOPTi“ soll ein nachgeschaltetes Verfahren zur Reinigung kommunaler oder industrieller Abwässer entwickelt und validiert werden. Dabei soll das Abwasser zunächst mittels einer Kombination aus Ozonung und Photokatalyse und abschließend mit einem (biologisch aktivierten) adsorptiven Verfahren behandelt werden. Die photokatalytische Ozon-UV-Technologie verspricht einen weitergehenden Abbau von Schadstoffen. Das Projektkonsortium besteht aus Celabor, der Universität Liege und dem IUTA.

Die Arbeiten zur Substanzauswahl konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Die Auswahl ist auf 24 Substanzen gefallen, die mittels LC-MS/MS oder GC-MS analysierbar sind. Dabei wurden nicht nur nationale Regularien, sondern auch Verbrauchszahlen und internationale Regelungen zu Spurenstoffen einbezogen.

Ein Vergleich der Verbrauchszahlen (IMS Health AG) inkl. der Umrechnung auf die Einwohnerzahl von fünf häufig eingesetzten Medikamenten in Belgien und Deutschland ergab für die Stoffe Diclofenac, Carbamazepin, Sulfamethoxazol und Clarithromycin nahezu gleiche Ergebnisse. Lediglich Metoprolol wird in Belgien deutlich seltener verschrieben als in Deutschland. Dies liegt vermutlich an der Verwendung eines anderen Betablockers (z. B. Propanolol oder Sotalol) in Belgien.

Eine weitere Aufgabe für das IUTA war die Optimierung der Analysemethoden. Im Rahmen des Projektes konnte eine Mikro-LC-Methode zur Analyse der Spurenstoffe entwickelt und validiert werden. Die Vorteile dieser miniaturisierten Form der HPLC liegen in dem deutlich geringeren Verbrauch an Lösemittel, den hohen linearen Fließgeschwindigkeiten und den kleinen Gradientenverweilvolumen bei vergleichbaren Bestimmungsgrenzen.

Die Einsparung der Lösemittel Wasser (blau) und Acetonitril (rot) bei der neu entwickelten μ LC-Methode im Vergleich zu der konventio-

nellen HPLC-Methode sind in Abb. 3-17 dargestellt. Da die entwickelte μ LC-MS/MS-Methode und die akkreditierte HPLC-MS/MS-Methode vergleichbar sind, wurde des Weiteren der Umwelteinfluss der μ LC-MS/MS- und HPLC-MS/MS-Methode untersucht.

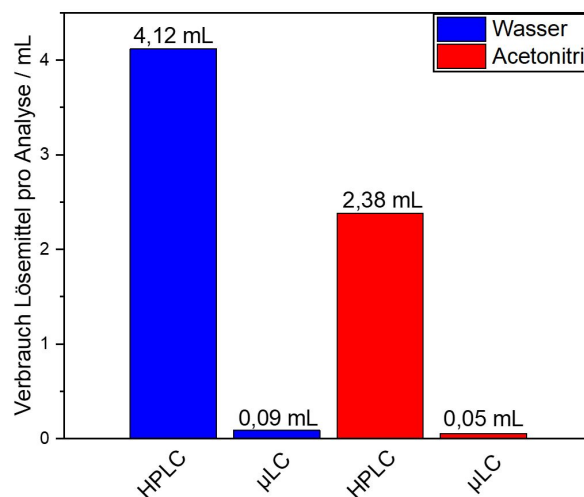


Abb. 3-17: Vergleich des Lösemittelverbrauchs bei der klassischen HPLC und der neu entwickelten μ LC-Methode

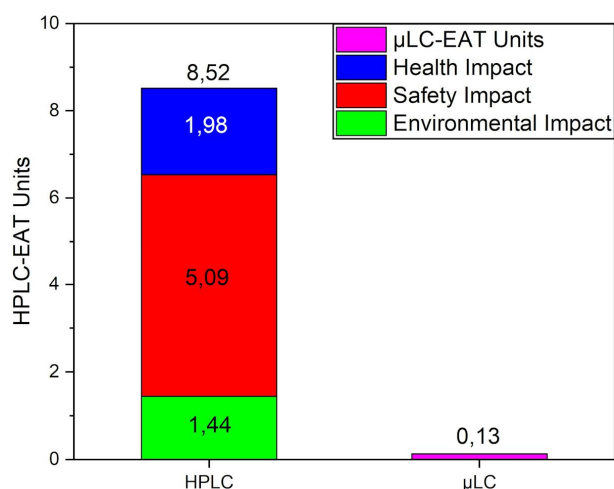


Abb. 3-18: Vergleich des Umwelteinflusses des resultierenden Lösemittelverbrauchs unter Anwendung der konventionellen HPLC- und der μ LC-Methode in EAT-Einheiten

Mit Hilfe eines von Tobiszewski entwickelten Tools können die für die Analyse verwendeten Mengen an Lösungsmittel (LM) und deren Umweltrelevanz in sogenannten HPLC-EAT-Einheiten (HPLC-Environmental Assessment Tool-Units) dargestellt werden (Abb. 3-18).

Anhand erster Abbauprobversuche (Ozon der UV-Behandlung) konnten für das Insektizid Flupyradifuron neue Transformationsprodukte postuliert werden. Des Weiteren konnten bereits mehrere Aktivkohlen hinsichtlich der Eliminationsleistung gegenüber den ausgewählten Spurenstoffen miteinander verglichen werden. Zwischen den sieben untersuchten unterschiedlichen Kohlen verschiedener Hersteller konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden.

Der Aufbau eines mobilen Containers mit den einzelnen Behandlungsstufen wird derzeit durchgeführt.

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

Mikroschadstoffelimination mittels Ozonung – Optimierung der Ozonanlage Warburg

Die mechanisch-biologische kommunale Kläranlage Warburg (Stadtwerke Warburg GmbH) ist für 70.000 Einwohnergleichwerte (EW) ausgelegt und behandelt sowohl kommunale als auch industrielle Abwässer. Zur Reduzierung der Einleitung von organischen Spurenstoffen in die Diemel erfolgte im November 2016 die Inbetriebnahme einer Ozonung. Die erweiterte Abwasserbehandlungsanlage ist von der Sweco GmbH zweistraßig ausgelegt und mit einem Wirbelbettreaktor zur biologischen

Nachbehandlung ausgestattet. Bei der Ozonung werden organische Spurenstoffe jedoch nicht vollständig aus dem Abwasser entfernt, sondern zumeist nur oxidiert. Es können sich dementsprechend Transformationsprodukte (TPs) mit unbekannten Eigenschaften bilden. Um das Risiko der Freisetzung unbekannter und potenziell toxischer TPs in Oberflächengewässer zu minimieren, wird empfohlen, nach der Ozonierung eine biologische Nachbehandlung durchzuführen. Ziel der hier vorgestellten Studie „Optimierung der Ozonanlage Warburg“ war es, die Effizienz des Wirbelbettreaktors mit Aufwuchskörpern nach der Ozonierung zu bewerten. Es wurden verschiedene spezifische Ozondosierungen ($Z_{\text{spec.}} = 0,3; 0,5; 0,7 \text{ mg}_{\text{DOC}}/\text{mg}_{\text{O}_3}$) untersucht.

Ausgewählte Spurenstoffe konnten im Mittel zu über 80 % reduziert werden. Zur Beurteilung der Reinigungsleistung und Charakterisierung von Transformationsprodukten (TP) erfolgte ein Non-Target-Screening.

Mit Hilfe einer Trendanalyse konnte die Bildung von TPs sowie deren Entfernung durch das biologische Nachbehandlungsverfahren gezeigt werden. In weitergehenden Untersuchungen werden die 11 biologisch nicht abbaubaren Transformationsprodukte weiter untersucht (Abb. 3-19).

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der biologischen Nachbehandlung wurde neben der gebildeten Biomasse auch der assimilierbare organische Kohlenstoff (AOC) bestimmt. Abb. 3-20 zeigt die Eignung dieses Parameters zur Prozessbewertung. Bei der Ozonung gebildete TPs sind häufig für Mikroorganismen leichter zugänglich, was die Erhöhung des AOC nach der Ozonung zeigt. Die Abnahme nach der biologischen Nachbehandlung zeigt die Eignung dieser Behandlungsstufe (Abb. 3-20). Durch die Kombination von Target- und Non-Target-Analytik zusammen mit der AOC-Bestimmung konnte im Rahmen dieser Studie die Effizienz aller Behandlungsstufen erfolgreich demonstriert werden.

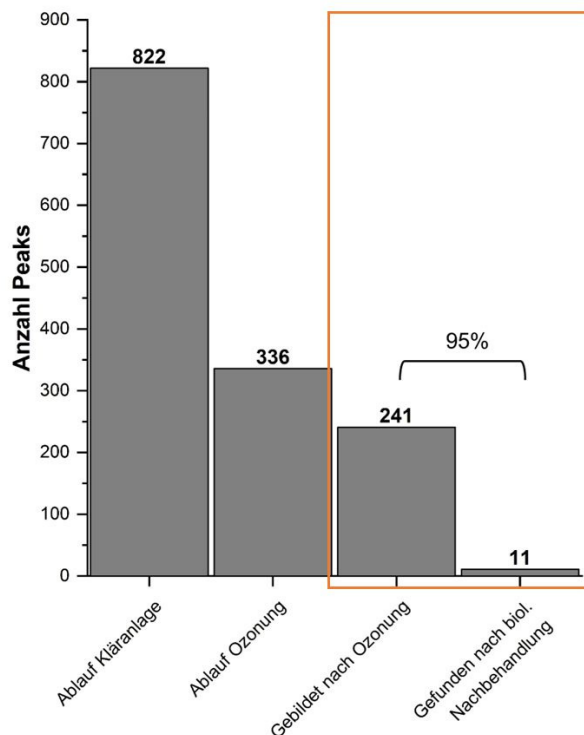


Abb. 3-19: Durch Ozonung gebildete Transformationsprodukte und deren Abbau durch die biologische Nachbehandlung

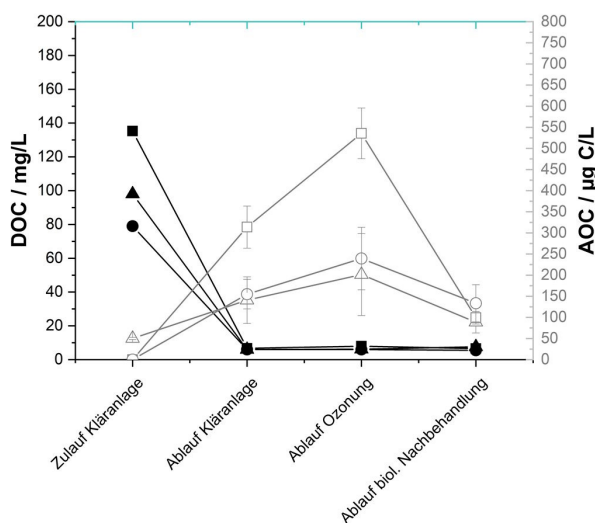


Abb. 3-20: DOC- (ausgefüllte Symbole) und AOC- (leere Symbole) Konzentrationen bei verschiedenen spezifischen Ozondosen ($\square = 0,7$; $\circ = 0,5$; $\triangle = 0,3 \text{ mgO}_3/\text{mgDOC}$)

Danksagung:

Das Projekt wurde durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



PharmaMonitor und weitere Dienstleistungen

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

Produktionsbegleitende Arbeitsplatzmessungen auf hoch wirksame Substanzen (Luftmessungen und Biomonitoring) in der Pharmaindustrie werden ebenso wie Methodenentwicklung und Sonderuntersuchungen vom IUTA direkt angeboten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Unterstützung von Kunden bei der Auditierung und Zertifizierung. Hierzu erfolgten umfangreiche Revalidierungsuntersuchungen zu Probenahme, Lagerung, Versand und Analytik nach SMEPAC (Standardized Measurement of Equipment Particulate Containment). Mit der von der ISPE (Inter-

national Society for Pharmaceutical Engineering) erarbeiteten Richtlinie „Assessing the Particulate Containment Performance of Pharmaceutical Equipment“ erfolgt die Qualifizierung und Überwachung von Containmentsystemen zur Produktion von OEB-3- bis OEB-6-Substanzen (OEB = Occupational Exposure Band). Ab OEB 4 ist die Produktion in geschlossenen Systemen und ab OEB 5 mittels Isolator-Technik vorgeschrieben. Der Luftgrenzwert (OEL, Occupational Exposure Limit) liegt bei diesen Substanzen bei 1 – 10 µg/m³. Bei OEB 5 liegt der OEL-Wert unter 1 µg/m³, wodurch der Einsatz von besonders empfindlichen HPLC-MS/MS- und HPLC-ICP-MS-Analysenmethoden notwendig wird. Für monoklonale Antikörper wurden 2018 Methoden zur Quantifizierung und Identitätsprüfung von Applikationslösungen entwickelt. Darüber hinaus arbeitet das IUTA auch an Methoden zu Luftmessungen in Anlehnung an SMEPAC.

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 hoch wirksame 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 („Dachrinnentest“) an. Die in vielen Projekten erprobten Analyseverfahren zur Bestimmung von Spurenstoffen in Wasserproben werden zunehmend auch im Rahmen von gewerblichen Aufträgen von nationalen und internationalen Kunden nachgefragt. Neben der Quantifizierung mittels GC-MS/MS und LC-MS/MS werden Suspect-Target- und Non-Target-Analytik mittels GC-MS, LC-MSⁿ sowie hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) angeboten.

Organisatorisch arbeitet der Bereich bei FuE-Projekten und der Dienstleistungsanalytik sehr eng mit den beiden *Forschungsanalytik*-Berei-

chen zusammen. Das gemeinsame Labor *Forschungsanalytik / Umwelthygiene & Spurenstoffe* (FA/UHS) ist nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 festgelegten Umfang.

Untersuchung von Applikationslösungen

Bei Chemo- und Antikörpertherapien erfolgt die Herstellung patientenindividueller Applikationslösungen in spezialisierten Zytostatika zubereitenden Apotheken. Bis auf eine optische oder gravimetrische Überprüfung findet bisher keine Qualitätskontrolle zur Identität des angelieferten Wirkstoffs oder der tatsächlichen Konzentration der hergestellten Applikationslösung statt.

Vorsätzliche Unterdosierungen, Medikamentenfälschungen aber auch Stabilitätsprobleme durch eine nicht eingehaltene Kühlkette können die Qualität des Produkts negativ beeinflussen. Des Weiteren sind unbeabsichtigte Fehler, wie die Verwendung der falschen Trägerlösung zu berücksichtigen. Neben behördlichen Kontrollen werden deshalb schnelle und einfach einzusetzende Vor-Ort-Analysenverfahren benötigt. Vor diesem Hintergrund hat das IUTA im Rahmen einer Industriekooperation mit der Firma B&W Tek Europe GmbH, die Mitte 2018 von der Metrohm AG übernommen wurde, ein Verfahren zur schnellen Konzentrations- und Identitätsprüfung etabliert und validiert.

Das in Abb. 3-21 dargestellte Messsystem nimmt das Raman-Spektrum der Probe auf und gleicht dieses gegen eine Datenbank ab, um zum einen den Wirkstoff und zum anderen die Trägerlösung (z. B. physiologische Kochsalz- oder Glukoselösung) zu identifizieren. Anschließend kann die Quantifizierung über das UV-Spektrum erfolgen. Im Gegensatz zu den am IUTA ebenfalls etablierten chromatografischen Verfahren (HPLC-UV, HPLC-Raman, LC-MS/MS und LC-HRMS) erfolgt keine Ab-

trennung von weiteren in der Probe vorliegenden Formulierungsstoffen, wodurch die Analysenzeit unter zwei Minuten liegt.



Abb. 3-21: UV-VIS-Raman-Messgerät zur Quantifizierung und Identitätskontrolle von Applikationslösungen

Durch die Verwendung unterschiedlicher Formulierungsstoffe, wie z. B. Trehalose oder Polysorbat als Stabilisatoren, kann wegen der fehlenden Abtrennung dieser Verbindungen ein Einfluss auf das Analysenergebnis nicht ausgeschlossen werden. Daher ist, anders als bei HPLC-UV-Methoden, bei denen die Kalibration ausschließlich mit dem Wirkstoff erfolgt, hier die Kalibration mit dem jeweiligen Arzneimittel notwendig. Anhand des charakteristischen Raman-Spektrums kann neben

der Identität des Wirkstoffs auch die angesetzte Applikationslösung identifiziert werden.

E-Liquid-Analytik

Seit Mitte 2016 bietet das IUTA neben der Untersuchung von Zigarettenrauch auch Untersuchungen von Liquids und Basen für E-Zigaretten nach TPD 2 mit einem eigens hierfür beschafften Analysensystem an. Das Portfolio umfasst Screeninguntersuchungen der Liquids und Basen inklusive eines Abgleichs der Ergebnisse mit den Datenbanken NIST14 und FFNSC (Mass Spectra of Flavors and Fragrances of Natural and Synthetic Compounds) sowie eine Bestimmung des Nikotin-gehalts in der jeweiligen Probe oder auch Gleichmäßigkeitsuntersuchungen einer Charge mittels GC-FID-MS. Ein speziell für diese Untersuchungen entworfener Messstand für die Probenahme aus der Dampfphase steht am IUTA bereit und wird für die qualitative Analyse des Dampfes oder für eine Bestimmung von Aldehyden und Schwermetallen aus der Dampfphase genutzt (Emissionsmessungen). Eine Bestimmung von Aldehyden und Schwermetallen aus der flüssigen Phase ist gleichfalls möglich. Zusätzlich haben wir die Bestimmung sowohl von Nitrosaminen für den Bereich E-Liquids als auch von Zigarettenrauch etabliert. Gerne unterstützen und beraten wir unsere Kunden bei der Auswahl der nötigen Analysepakete für ihre individuelle Fragestellung und aktualisieren unser Portfolio fortlaufend, um auch weiterführende Fragestellungen beantworten zu können.

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 biolnert 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
- Camag ATS4, AMD 2 und Scanner 3 für HPTLC

Permeationsprüfstände und Untersuchungen von Medizinprodukten

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

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung

Zu den Kernkompetenzen des Bereichs *Gasprozesstechnik & Energiewandlung* zählen die Themenfelder Gasreinigung, emissionsarme Energiebereitstellung, Energiespeicherung und Rückgewinnung wertvoller Ressourcen.

Zu den abgeschlossenen Arbeiten zählen die Entwicklung eines Verfahrens zur Absorption von CO_2 in einer Calciumcarbonat-Suspension, das gemeinsam mit der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e. V., Köln und dem ICBM – Institut für Chemie und Biologie des Meeres der Universität Oldenburg durchgeführt wurde. Im Gegensatz zu den bekannten CCS-Verfahren, bei denen das vom Waschmedium im Absorber aufgenommene Kohlendioxid unter Zufuhr von Wärmeenergie im Desorber wieder abgetrennt wird, verbleibt das CO_2 nach der Carbonatwäsche im Waschmedium. Bei Anlagen in Küstennähe bietet sich Meerwasser als Basis an, das nach der Beladung mit CO_2 wieder zurück ins Meer geleitet werden kann. Der Abschluss der Entwicklungsarbeiten hatte sich u. a. durch die vermehrte Einspeisung von Solarstrom in das Stromnetz deutlich verzögert. Dadurch wurde das fossil befeuerte Kraftwerk Wilhelmshaven, in dem mit einer Versuchsanlage von IUTA die abschließende Quantifizierung und Bewertung des neuen Carbonat- CO_2 -Waschverfahrens nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien erfolgte, mehrmals außer Betrieb genommen. Erfreulich sind die Ergebnisse, die nahelegen, dass Einleitungen in der Größenordnung der Demonstrationsanlage kein Risiko für das untersuchte Ökosystem darstellen. Bei einem Kraftwerk durchschnittlicher Größe ist allerdings mit einer Waschwassermenge über 150.000 m^3 Wasser pro Stunde zu rechnen. Um zusätzliche Anreicherungen von Spurenelementen oder lokale pH-Wert Absenkung durch mehrfachen Einsatz des gleichen Waschwassers zu vermeiden, sind Entnahme- und Einleitestelle des Waschwassers so zu gestalten, dass eine Vermischung

von frischem und bereits prozessiertem Waschwasser vermieden wird.

Der formale Vergleich zwischen einer MEA-basierten Aminwäsche als technisch favorisiertem Bestandteil der CCS-Technologie und dem Carbonat- CO_2 -Waschverfahren führt zu einem ausgeprägten Kostenvorteil der Carbonat- CO_2 -Wäsche. Weitere Vorteile der CO_2 -Carbonatwäschen sind die unbedenklichen Inhaltsstoffe des Waschmediums sowie der einfache und energetisch günstige Verfahrensablauf der Carbonatwäsche. Für die Wäsche sind nur Meerwasser, Kalksteinmehl und Energie zum Betrieb der Pumpen erforderlich, die Energie zur Verpressung des CO_2 in den Untergrund entfällt.

Weitere in den Vorjahren begonnene Forschungsarbeiten wurden fortgeführt. Zu nennen sind die Arbeiten zur Reinigung von mit Ölen behafteten Schleifschlämmen und Metallspänen, die im Jahr 2019 abgeschlossen werden. Aktuell wird aufbauend auf den Ergebnissen der Technikumsanlagen eine Entölungsanlage im industriellen Maßstab von den Projektpartnern erstellt.

Ein weiteres, derzeit noch bearbeitetes Forschungsprojekt betrifft die Oxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in einem katalytisch aktiven Wärmeüberträger. Hier konnten die prognostizierten Vorteile wie geringe Anspringtontemperatur der katalytischen Reaktion und hohe Umsätze bei geringen Gasverweilzeiten bei einigen der getesteten Katalysatorträger bestätigt werden.

Erfolgreich verlaufen auch die Arbeiten im Projekt TherMemPlus, in dem das IUTA mit Unterstützung der Projektpartner einen Demonstrator zur Trennung von CO_2 und Wasser mittels Membranmodulen aufgebaut hat. Der Demonstrator wurde im Rahmen der AICHEMA 2018 dem Fachpublikum vorgestellt.

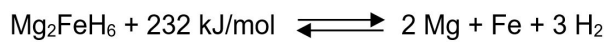
In dem seit 2017 laufenden Projekt zur Weiterentwicklung eines thermochemischen Hochtemperatur-Wärmespeichers wurden die Verbesserungs- und Anpassungsarbeiten an dem vorhandenen Versuchsstand weitergeführt. U. a. wurden eine neue Salzschnmelzpumpe und ein größerer Salzschnmelz-Vorratsbehälter in den Versuchsaufbau integriert. Damit sind die Vorbereitungen für den experimentellen Versuchsbetrieb im Jahr 2019 weitestgehend abgeschlossen.

Die Arbeiten zur Integration eines innovativen metallhydrid-basierten Wasserstoffspeichers in ein reformerbetriebenes Brennstoffzellensystem zur zeitlichen Entkopplung der Strom- und Wärmebereitstellung in einem vom Land NRW geförderten Projekt, kofinanziert mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), wurden weiter vorangetrieben. Schwerpunkte der Arbeiten waren der Aufbau eines Versuchsstandes für die Integration der Komponenten und die Entwicklung der Betriebssoftware für das gekoppelte System.

Wesentlich zur Auslastung des Bereichs trugen neben den öffentlich geförderten FuE-Projekten auch Entwicklungsarbeiten im Industrienauftrag bei. Die seit einigen Jahren bestehende Industriekooperation zur Verflüssigung von Kunststoffen wurde auch im Jahr 2018 erfolgreich weitergeführt. Die mit Unterstützung des IUTA gebaute Produktionsanlage hat umfangreiche Funktions- und Sicherheitstests bestanden und ihre Flexibilität hinsichtlich der Produktzusammensetzung eindrucksvoll bestätigt. Obwohl die gewünschte Kohlenwasserstoffzusammensetzung neu definiert wurde, konnten die neuen Vorgaben in mehreren Versuchen, auch ohne größere Änderungen an der Anlage vorzunehmen, eingehalten werden. Die Produktionsstätte wird aktuell für den Dauerbetrieb vorbereitet.

Weiterentwicklung eines thermochemischen Wärmespeichers für Hochtemperaturanwendungen bis 550 °C

Die thermochemische Speicherung von Wärme beruht auf der reversiblen Zersetzung des in dem Projekt verwendeten Speichermaterials Mg_2FeH_6 in seine Elemente:



Der gebildete Wasserstoff wird in einem Reservoir zwischengespeichert. Zur Wärmefreisetzung wird der Wasserstoff in das Mg/Fe -Gemisch zurückgeführt und es bildet sich unter Wärmeabgabe wieder Mg_2FeH_6 . Die Richtung der Reaktion wird über das Temperatur-Druck-Diagramm veranschaulicht (Abb. 3-22). Man erkennt, dass bei einer fixen Temperatur die Erhöhung des H_2 -Drucks zur Bildung, eine Absenkung des H_2 -Drucks zur Zersetzung von Mg_2FeH_6 führt. Andererseits führt bei einem konstanten H_2 -Druck eine Temperaturerhöhung zur Zersetzung, eine Temperaturniedrigung zur Bildung von Mg_2FeH_6 .

Ziel des Vorhabens ist die Weiterentwicklung eines thermochemischen Hochtemperatur-Wärmespeichers bis zum erfolgreichen Abschluss des Demonstrationsbetriebs, ausgehend von den positiven Ergebnissen des Vorläufervorhabens (siehe Tätigkeitsbericht 2015). In diesem wurden der erste Aufbau eines thermochemischen Hochtemperatur-Wärmespeichers (Reaktorbehälter), eines Versuchsstands für dessen Betrieb, sowie die Weiterentwicklung und Charakterisierung des wärmespeichernden Materials (Mg_2FeH_6) vorgenommen.

Den Versuchsstand zeigt Abb. 3-23. Der Wärmeeintrag in und der Wärmeaustrag aus dem Speicherbehälter wird über einen Salzschnmelzkreislauf realisiert. Ein Salzschnmelz-vorratsbehälter, eine Salzschnmelzpumpe und

mehrere Wärmeübertrager mit Wärmequellen und Wärmesenken bilden die Kernkomponenten dieses Kreislaufs.

Bei dem Versuchsstand traten im Vorläuferprojekt verschiedene Probleme an dem Salzschnmelzkreislaufsystem auf, die im Berichtszeitraum behoben wurden. Die ursprünglich eingesetzte Kolben-Salzschnmelzpumpe wurde gegen eine Membranpumpe ausgetauscht. Weiterhin wurde ein größerer Vorratsbehälter für die Salzschnmelze eingebaut, da der bisher genutzte Behälter keine vollständige Entleerung der Salzschnmelze aus der Anlage ermöglichte, was sich bei Reparatur- und Servicearbeiten als großes Problem erwies.

Im weiteren Projektverlauf wird die Kühlstrecke überarbeitet, die der Wärmeabfuhr bei der Entladung des Wärmespeichers dient, da sie keine gleichmäßige, konstante Abkühlung der Salzschnmelze ermöglichte. Auch die noch unzureichende Wärmedämmung wird verbessert.

Für die spätere Nutzung eines solchen Wärmespeichers im Technikumsmaßstab werden Untersuchungen zur Auswahl einer geeigneten konstruktiven Ausführung der H_2 -Verteilung über Sintermetall-Strukturen durchgeführt. Begleitend dazu führt der Projektpartner *Max-Planck-Institut für Kohlenforschung* experimentelle Untersuchungen durch, mit dem Ziel, weitere, bisher noch offene Fragestellungen zur Langzeitstabilität des Speicher-Werkstoffs, zur Wärmeleitfähigkeit des Speichermaterials in Abhängigkeit vom Betriebszustand etc. zu klären.

Anwendungen des thermochemischen Speichers sind die Wärmespeicherung in solarthermischen Kraftwerken für den Nachtbetrieb und in konventionellen Kraftwerken zur Flexibilisierung des Betriebs, sowie die Zwischenspeicherung von Prozesswärme zur Effizienzsteigerung in Industrieprozessen.

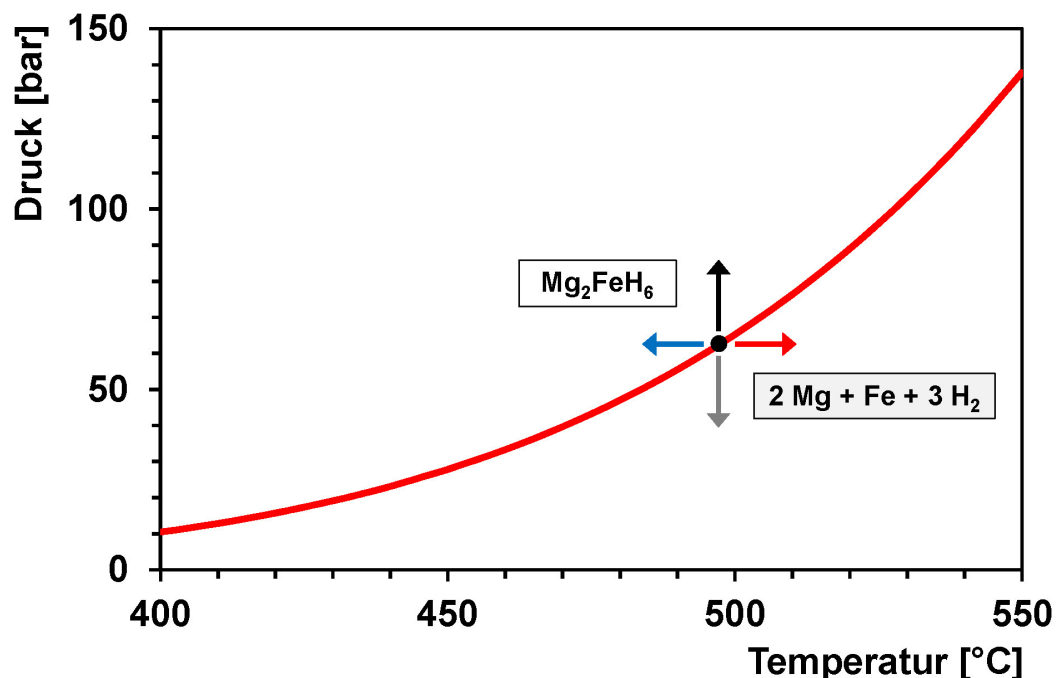


Abb. 3-22: Temperatur-Druck-Diagramm für Mg_2FeH_6

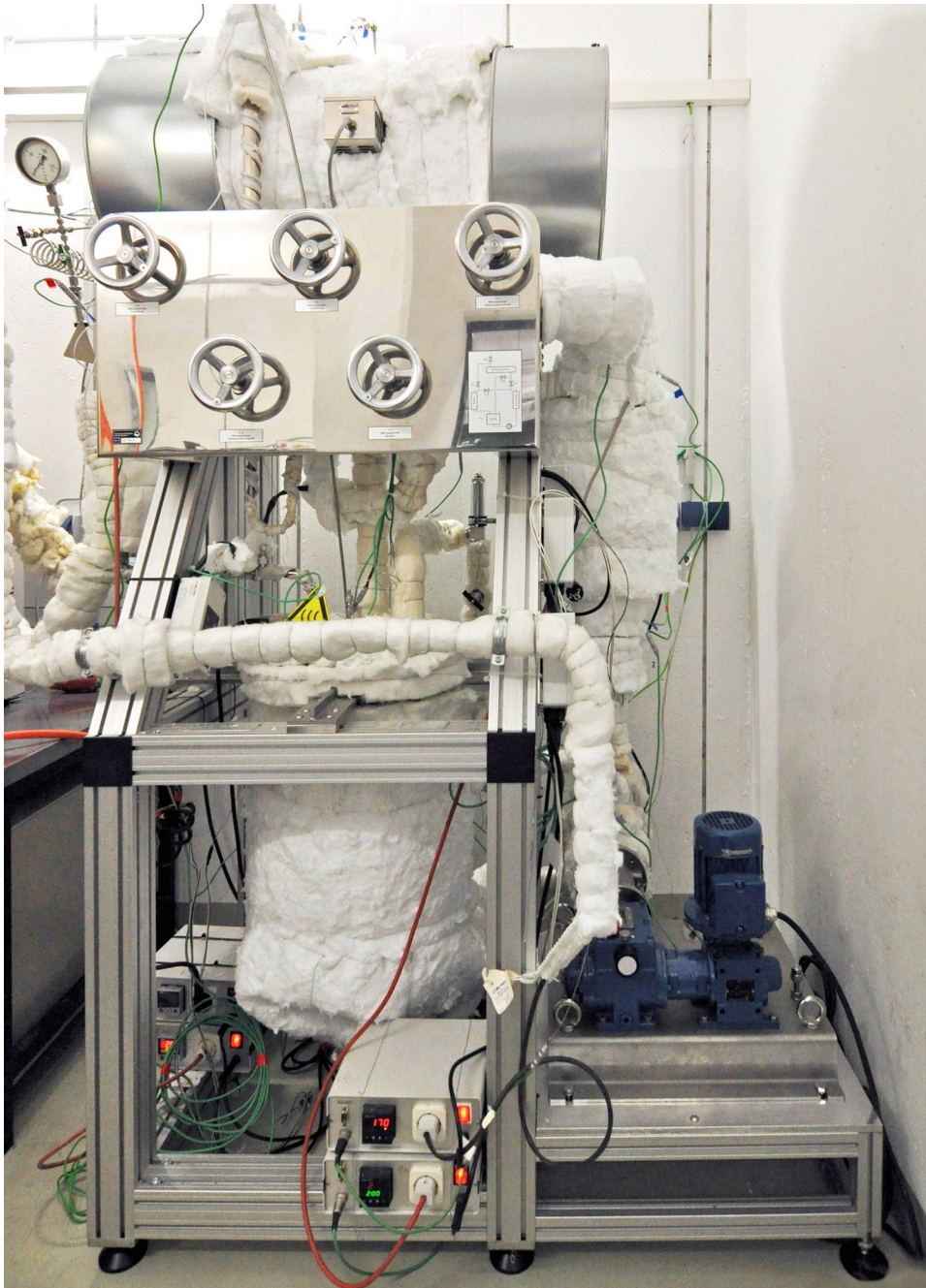


Abb. 3-23: Versuchsstand zur thermochemischen Hochtemperatur-Wärmespeicherung

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19695 N der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ wird 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

Energieeffiziente CO₂-Abtrennung aus CO₂-H₂O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Aminwäsche, Entwicklung einer CO₂-Wasserdampfmembran

Um Biomethan in das Erdgasnetz einspeisen zu können, ist es notwendig, den Methangehalt, der nach der Biogasanlage 40 – 75 Vol.-% beträgt, auf ca. 98 Vol.-% zu erhöhen. Dies erfolgt durch Abtrennung von Kohlendioxid (CO₂), das zu 25 – 55 Vol.-% im Biogas vorhanden ist. Ein für diese Trennaufgabe eingesetztes Verfahren ist die wässrige Alkanolaminwäsche mit einem Marktanteil von gut 30 %. Ein Vorteil der Aminwaschverfahren ist die hohe Trennschärfe Methan zu CO₂, wodurch der Methangehalt im abgetrennten CO₂ unter 0,1 Vol.-% gehalten werden kann.

Bei der Regeneration der Waschlösung (Abb. 3-24) wird das in der Alkanolaminlösung chemisch gebundene CO₂ klassisch per Wasserdampfstrippung entfernt. Dabei fällt ein heißes CO₂-Wasserdampfgemisch an, welches bislang über Kondensationsprozesse und damit energieintensiv abgetrennt wird.

Der erforderliche Wasserdampf wird durch Erhitzen eines Teils der Waschlösung bereitgestellt. Abhängig vom Druck im Desorber erfolgt die Desorption bei Temperaturen von 115 – 130 °C. Am Kopf der Kolonne wird ein heißes, feuchtes CO₂-H₂O-Gasgemisch (das sog. Offgas) abgegeben. Der Wasserdampfgehalt im Offgas wird dabei maßgeblich von der Betriebsweise und der Temperatur im Kopfbereich der Desorberkolonne beeinflusst. Der Energieaufwand für die Desorption von CO₂ aus einer Monoethanolaminlösung beträgt ca. 0,9 (0,8 – 1,1) kWh_{th} je kg CO₂, aus moderneren Waschmittelformulierungen ca. 0,6 kWh_{th} je kg CO₂.

Um den Wasserverlust über das Offgas gering zu halten, wird durch Kondensation der überwiegende Teil des Wassers verflüssigt und in die Anlage zurückgeführt. Die auf das Wärmeübertragermedium, in der Regel Thermalöl, übertragene Kondensationsenthalpie fällt dabei mit einem Temperaturniveau deutlich unter 100 °C an und ist somit in der Regel für eine sinnvolle Wärmeintegration in den Prozess ungeeignet.

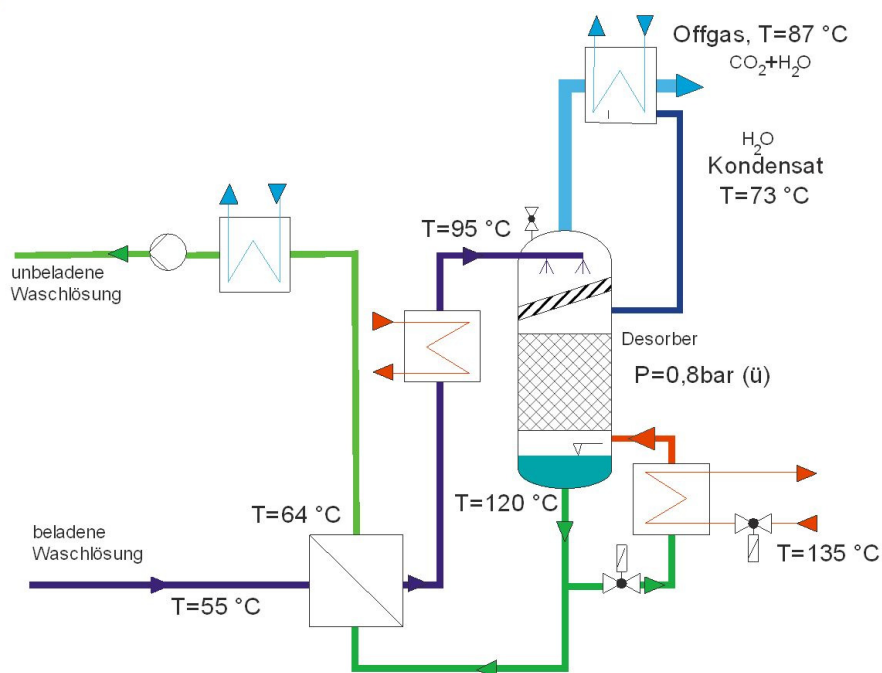


Abb. 3-24: Schematische Darstellung der Desorptionsstufe der Alkanolaminwäsche

Die Trennung von CO_2 und H_2O -Dampf unter Verzicht auf den Kondensator durch ein Membrantrennverfahren hätte mehrere Vorteile. Der Wasserdampf und das CO_2 werden auf einem hohen Temperaturniveau durch eine Membran in zwei Stoffströme getrennt. Grundprinzip der Trennung ist dabei die Kondensation von Wasser in den Poren der Membran, die dadurch blockiert werden und die Rückhaltung des CO_2 im Retentat ermöglichen. Der resultierende trockene CO_2 -Stoffstrom weist eine sehr hohe Reinheit auf, was eine unmittelbare stoffliche Verwertung ermöglicht. Das ebenfalls resultierende heiße Wasser, das dampfförmig auf der Permeatseite abgezogen wird, kann aufgrund des hohen Temperaturniveaus energetisch genutzt werden (Abb. 3-25).

Wie zur Behandlung von Biogas kann das Verfahren auch zur die Behandlung von CO_2 aus

Kraftwerksabgasen verwendet werden. Eine Nachbehandlung des Offgases ist für eine stoffliche Verwertung des CO_2 meist unumgänglich, da sich feuchte CO_2 -haltige Gasgemische u. a. korrosiv verhalten.

Gegenstand eines seit 01.09.2016 bearbeiteten Projektes ist die Entwicklung eines energieeffizienten Membrantrennverfahrens zur CO_2 -Abtrennung aus CO_2 - H_2O -Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau. Ein Entwicklungsschwerpunkt ist die Bereitstellung für die Trennung geeigneter Membrankörper, der vom Projektpartner Leibniz-Institut für Katalyse e.V. in Rostock bearbeitet wird. Weitere Projektpartner sind die HS Apparatechnik GmbH, Lutherstadt Wittenberg und das Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V., die für die Fertigung des Membranreaktors und für die Projektleitung zuständig sind.

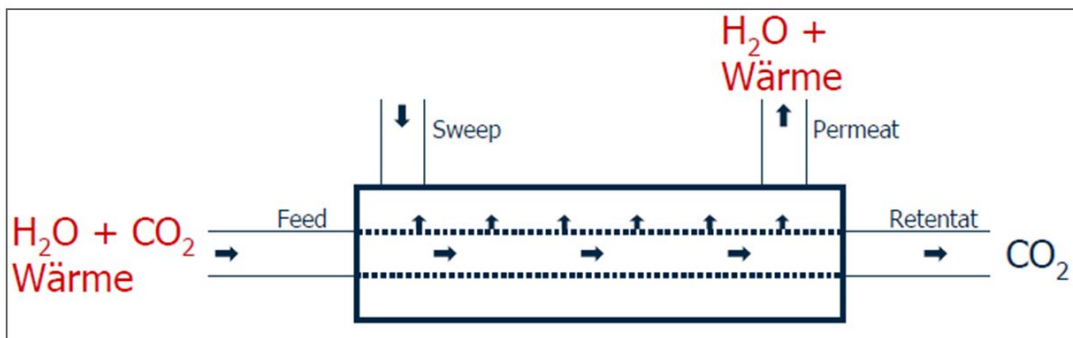


Abb. 3-25: Darstellung der Stoffströme an einer Einzelmembran

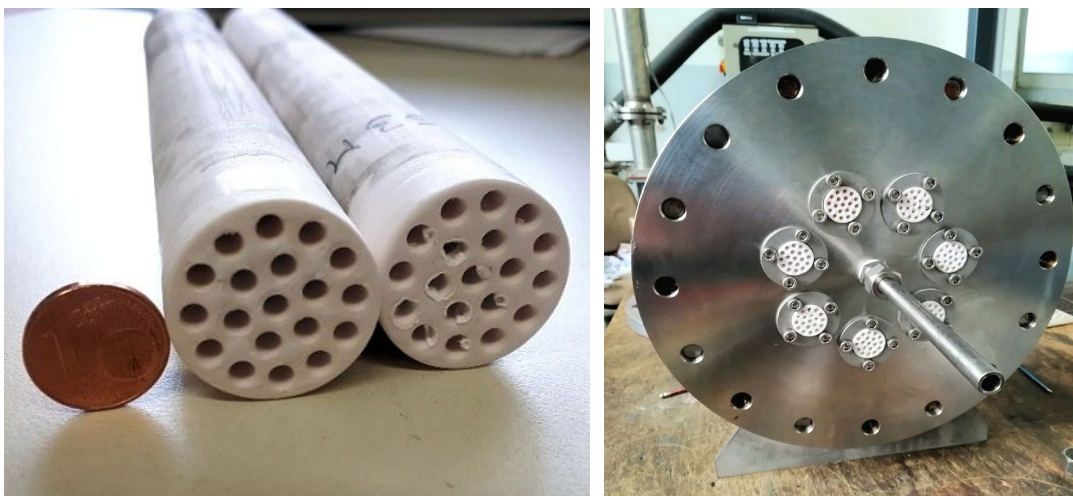


Abb. 3-26: 18-Kanal-Membrankörper (links), Membranreaktor mit eingebauten Membrankörpern (rechts)

Die Fertigung und der Betrieb der Versuchsanlage fällt in den Aufgabenbereich des IUTA. In Abb. 3-26 links ist ein 18-Kanal-Membrankörper zusehen, wie er 7fach in den Membranreaktor (Abb. 3-26, rechts) eingebaut wurde. Die Versuchsanlage dient dazu, die bestmöglichen Membrankörper für die Trennaufgabe zu identifizieren und die Leistungsfähigkeit einzelner Membranmuster zu dokumentieren.

Die wesentlichen Teile der Versuchsanlage (Abb. 3-27) bestehen aus der Wasser- und CO₂-Versorgung, Messeinrichtungen vor und hinter dem Membranreaktor, dem Membranreaktor und dem Schaltschrank. Je nach Anforderung und Leistungsfähigkeit der in den Membranreaktor eingebauten Multikanalelemente können die Drücke des Feeds bzw. des Sweepgases sowie des Permeats und des Retentats wie auch die Durchflüsse H₂O zu CO₂ in weiten Grenzen variiert werden. Über eine Rechnerstation werden die Versuchsbedingungen eingestellt und überwacht sowie die Messdaten verarbeitet. Die Programmierungsarbeiten wurden vom IUTA durchgeführt.

Die Versuchsanlage (Abb. 3-28), die kompakt in einem Rack installiert ist, wurde im Rahmen derACHEMA 2018 ausgestellt. Reges In-

teresse fanden die Möglichkeiten des neuen Membrantrennverfahrens, die in intensiven Gesprächen mit Fachbesuchern diskutiert wurden.

Erste Versuche zeigen die prinzipielle Eignung der eingesetzten Membranmuster zur Trennung von CO₂ und Wasser auf einem hohen Temperaturniveau. So ist es möglich, bei einem Wassergehalt von 198 g/h im Feed und einem CO₂-Strom von 600 l/h ca. 72 % des angebotenen Wassers abzuscheiden (Abb. 3-29). Die Versuche, die bisher orientierenden Charakter haben, werden gemäß Arbeitsplan mit optimierten Betriebsparametern und weiteren Membranmustern fortgeführt.

Danksagung:

Das Projekt wird unter dem Aktenzeichen 033RC011B vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



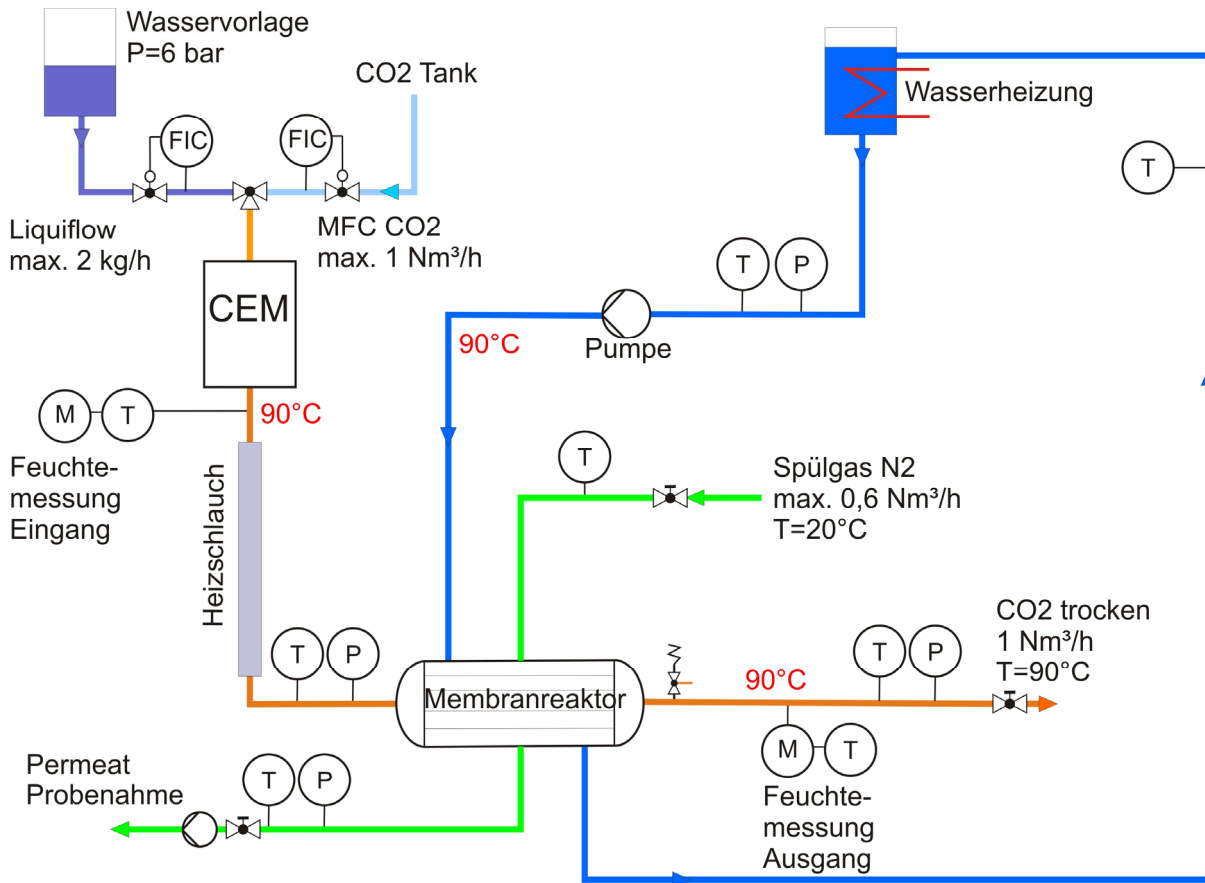


Abb. 3-27: Fließschema der Versuchsanlage für Membrantrennverfahren

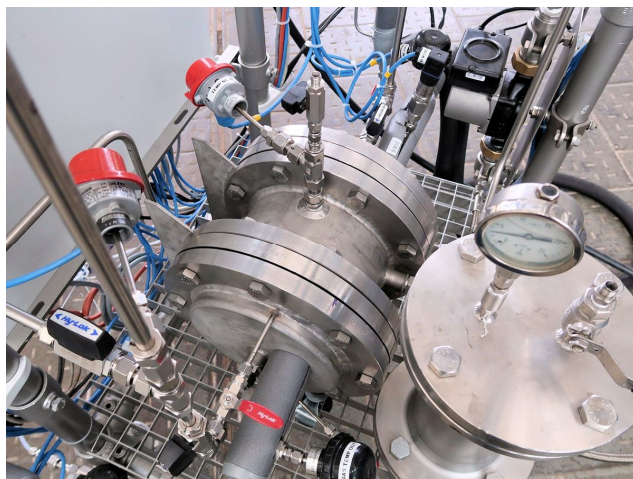


Abb. 3-28: Versuchsanlage Membrantrennverfahren (links); Membranreaktor und Wasservorlage (rechts)

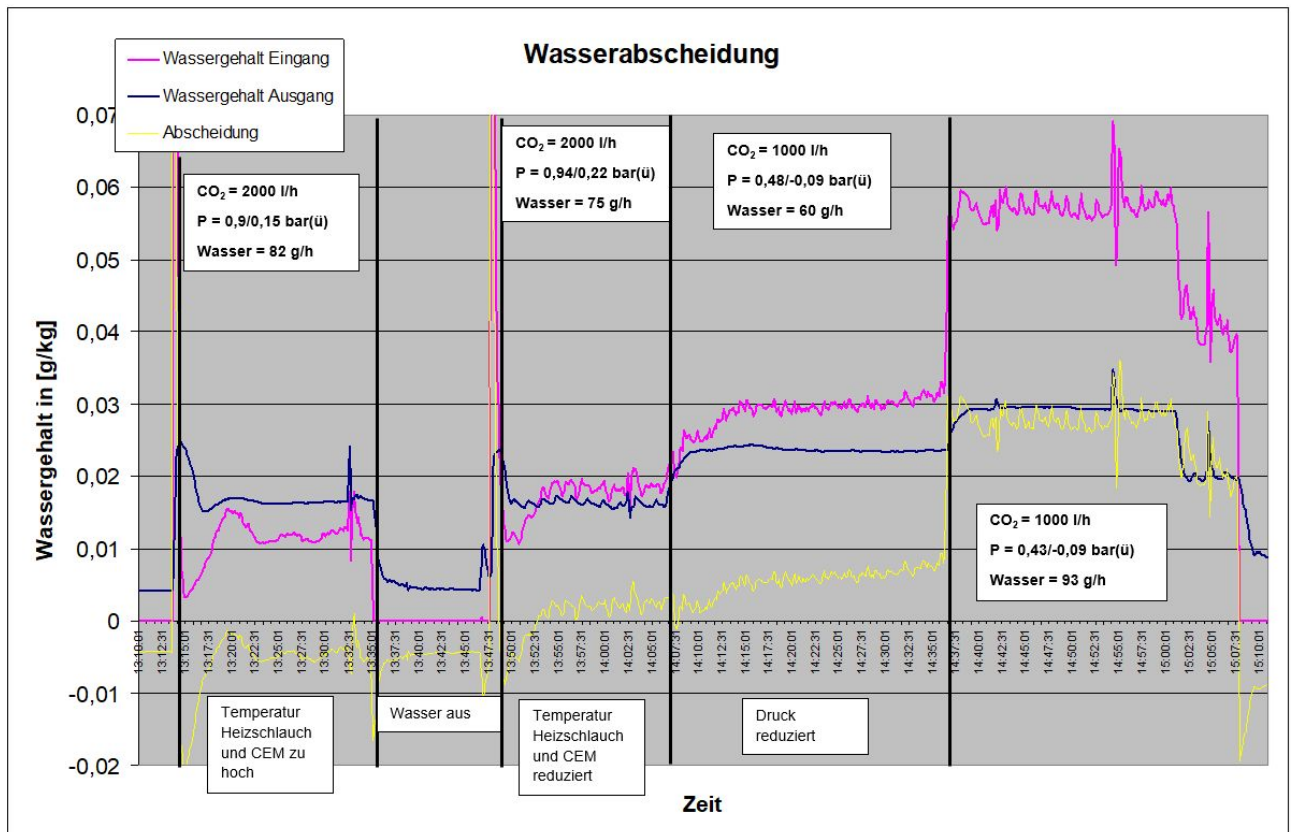


Abb. 3-29: Trennversuch zur Wasserabscheidung

3.5 Partikelprozesstechnik & Charakterisierung

Der Bereich *Partikelprozesstechnik & Charakterisierung* entwickelt Verfahren zur Herstellung von Nanomaterialien aus der Gasphase im Technikumsmaßstab sowie zur Abscheidung von derartigen 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 der Bereich mit Untersuchungen zur Partikelfreisetzung und dem Partikelverhalten, möglicher Exposition und gesundheitlicher Auswirkungen.

Um dem zusehends steigenden Bedarf an spezifischen Nanomaterialien Rechnung zu tragen, wurde vor neun Jahren eine Technikumsanlage zur Synthese hochspezifischer Nanopartikel aufgebaut und in Betrieb genommen (Abb. 3-30). Kernstück des Technikums sind drei Reaktoren (Flammen-, Heißwand- und Plasmareaktor) 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 er-

gänzt, mit deren Hilfe die Partikel direkt aus dem Prozessgas gewaschen werden. Zur Herstellung von stabilen Suspensionen aus Partikeln in Trägermedien werden die Partikel funktionalisiert, um Agglomeration zu verhindern.



Abb. 3-30: Technikumsanlage 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 erfolgreich 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 ihres möglichen gesundheitsschädigenden Aspektes 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 Sprayflammsynthese ist ein vielversprechender Weg zur industriellen Herstellung von Nanopartikeln, die auf spezielle Anwendungen zugeschnitten sind. Der Ansatz, flüssige Prekursoren zu verwenden, ermöglicht den Einsatz kostengünstiger Rohstoffe in skalierbaren Prozessen. Ceroxid-Nanopartikel (CeO_2) in Kombination mit Dotierstoff-Ionen wie Nickel oder Europium sind potenzielle Kandidaten für die Anwendung in Gassensoren, bei der thermochemischen Kraftstoffherstellung, der Umweltkatalyse sowie bei Fahrzeugkatalysatoren und Brennstoffzellen.

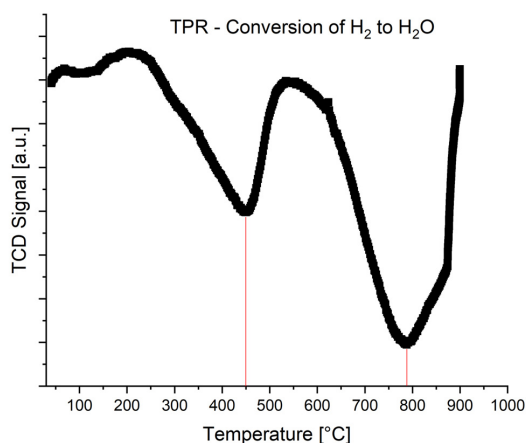


Abb. 3-31: Signal des Detektors für thermische Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

Erste Projektergebnisse zeigten, dass die Dotierung der Partikel mit Europium die katalytische Aktivität signifikant erhöhen kann. Abb. 3-31 zeigt das Signal des Detektors für thermische Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur. Dabei zeigen sich Minima bei ca. 450 °C und 800 °C. Das erste Minimum lässt sich durch adsorbiertes Wasser an der Oberfläche erklären, das zweite durch die kataly-

tisch aktivierte Umwandlung von Wasserstoff in Wasser durch das dotierte Ceroxid.

Im Rahmen des IGF-Projektes 19976 N wird die Synthese von maßgeschneiderten CeO_2 -Nanopartikeln im Technikumsmaßstab demonstriert und die Morphologie, Struktur sowie die optischen und katalytischen Eigenschaften der Materialien charakterisiert.

Reine und Europium-dotierte CeO_2 -Nanopartikel wurden im Technikumsmaßstab durch Zersetzung von vorgemischten Prekursoren hergestellt. Die Materialcharakterisierung ergab eine homogene Größenverteilung der Partikel, wobei die spezifische Oberfläche von reinen und dotierten Ceriumpartikeln je nach Prozessbedingungen zwischen 39 und 81 m^2g^{-1} liegt. Das Emissionsspektrum von Eu^{3+} zeigt die effiziente Europium-Dotierung von CeO_2 -Nanopartikeln. Die einzigartigen (optischen) Eigenschaften dieser Partikel wurden in zeit aufgelösten Kryolumineszenzexperimenten charakterisiert. Die katalytische Aktivität für die Umwandlung von CO in CO_2 konnte nachgewiesen werden.

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Entwicklung von kostengünstigen und nachhaltigen Elektrodensystemen auf Basis von optimierten Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse (IT-PEM) – IGF-Projekt 19817 BG

Der Energiesektor ist für den größten Teil der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Aufgrund der Fortschritte bei Anlagen zur Nutzung von Wind, Wasser und Sonne wird erwartet, dass der globale Energieverbrauch spätestens im Jahr 2050 größtenteils durch grüne Energie gedeckt wird. Da die aus diesen erneuerbaren Quellen erzeugte Energie starken Schwankungen unterworfen ist, besteht ein Bedarf an großen Energiespeichern mit flexibler Speicherung und Freigabe.

Weil sie unabhängig von den geologischen Bedingungen ist, gilt die Wasserelektrolyse als eine der vorteilhaftesten modularen und dezentralen Technologien zur Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie [1]. Eine der hierbei diskutierten Technologien sind die sogenannten PEM-Elektrolyseure, deren Kosten maßgeblich durch die Verwendung teurer Edelmetall-Katalysatormaterialien wie Iridium und Platin bestimmt werden.

Ziel der Arbeiten in diesem Projekt ist die Entwicklung kostengünstiger und nachhaltiger Elektrodensysteme auf Basis optimierter Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse. In dieser Richtung konzentrieren sich die jüngsten Studien auf neuartige Träger für Iridium-Nanopartikel mit erhöhter Stabilität, um die spezifische elektrochemisch aktive Oberfläche des aufgetragenen Katalysatormaterials zu vergrößern und damit die nötige Edelmetallmenge zu mindern [2]. Dementsprechend wurden Iridium-Elektrokatalysator-Nanopartikel elektrochemisch auf einem Ti-Mesh-System dekoriert, das zuvor mit TiO_{2-x} -Nanopartikeln beschichtet war.

Die elektrochemisch aktive Oberfläche ausgewählter Proben wird mittels Rasterelektronenmikroskopie in Kombination mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie, Röntgenbeugung und zyklischer Voltammetrie analysiert. Diese Analysen dienen der qualitativen Beurteilung der elektrochemisch stabilen Katalysator-Materialien. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass die vorbereiteten $\text{TiO}_{2-x}/\text{Ir}$ -Katalysatoren eine erhöhte Aktivität und Stabilität für PEM-Elektrolyseanwendungen aufweisen.

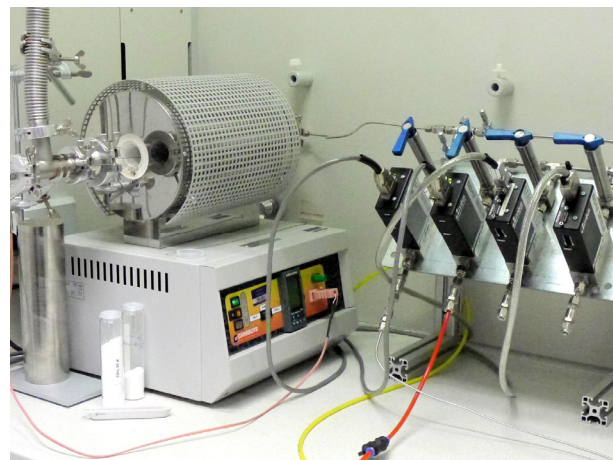


Abb. 3-32: Versuchsaufbau zur thermischen Nachbehandlung von Titanoxid-Nanomaterialien unter Wasserstoffatmosphäre: Rohröfen und Gasdosierung

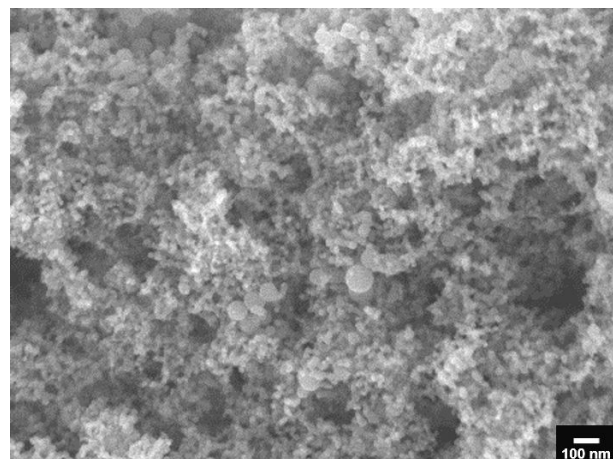


Abb. 3-33: Optische Charakterisierung der Beschichtung mit Titanoxid (Rasterelektronenmikroskop)

Literatur:

- [1] P. Lettenmeier, A.S. Gago, K.A. Friedrich, New Technologies in Protective Coatings, 69-86 (2017)
- [2] L. Wang, F. Song, G. Ozouf, D. Geiger, T. Morawietz, M. Handl, et al, J. Mater. Chem. A 5, 3172-3178 (2017)

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19817 BG 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik

Der Bereich *Ressourcen & Recyclingtechnik* vereinigt unter dem Aspekt der Kreislaufführung und Ressourcenschonung die zwei Anwendungsschwerpunkte Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten und Aufbereitung industrieller Prozess- und Abwässer.

Kühlgeräteentsorgung

Seit über 25 Jahren befasst sich der Bereich mit der FCKW-Freisetzung, Rückgewinnung und -analytik aus Kühlgeräten sowie den entsprechenden betrieblichen und technischen Umsetzungen bei deren Entsorgung. Durch die intensive Auseinandersetzung mit der Problematik sowie der langjährigen Erfahrung ist das IUTA Ansprechpartner sowohl für die Beratung als auch für Technologieentwicklungen in dieser Verwertungsbranche.

2018 wurden insgesamt 18 Überprüfungen gemäß TA Luft Ziffer 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3 und 13 technische Anlagenbegutachtungen in Deutschland durchgeführt. Zusätzlich wurden Anlagen in Österreich, Tschechien und Brasilien begutachtet.

Energie- und kosteneffiziente Prozessgasreinigung für Kühlgeräteverwertungsanlagen

2018 wurde ein Projekt zur Entwicklung einer Prozessgasaufbereitung in Kühlgeräteentsorgungsanlagen abgeschlossen.

Gemeinsam mit der Firma URT GmbH wurde ein Prozess entwickelt, mit dem die Reinigung der Prozessgase mittels Adsorption und Wasserdampfdesorption, der anschließenden Wasserabscheidung und einer Abtrennung der chlor- und fluorhaltigen Treibmittel von den Pentanen möglich ist. In Abb. 3-34 ist die in einer Kühlgeräteentsorgungsanlage errichtete Pilotanlage abgebildet.



Abb. 3-34: Pilotanlage Treibmitteltrennung

Das Forschungsprojekt wurde 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.



Entsorgungszentrum

Seit 25 Jahren betreibt das IUTA ein Entsorgungszentrum, welches nach 4. BImSchV genehmigt und nach Entsorgungsfachbetriebsverordnung (EfbV) zertifiziert ist. Durch das Alleinstellungsmerkmal eines eigenen Entsorgungsfachbetriebes hat das IUTA eine besondere Praxisnähe zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten und kann Problem-

stellungen aus der Entsorgungsbranche aus erster Hand beurteilen und betriebsorientierte Lösungen 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 Entsorgungsbetrieb 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 der Qualifizierung und Ausbildung im Rahmen der Gemeinwohlarbeit (Arbeitsgelegenheiten gem. § 16d Satz 2 SGB II). Die Maßnahme ist insbesondere auf körperlich beeinträchtigte Personen ausgerichtet und geht gezielt auf deren Bedürfnisse ein. Derzeit nehmen 23 Personen an diesem Programm teil, das auch intensive Schulungen zu den verschiedenen Tätigkeits- und Themenbereichen einschließt.

Gemeinsame Aufbereitung verschiedenartiger Photovoltaikmodule

Das Aufkommen von Photovoltaikmodulen im Entsorgungsstrom ist ein wachsendes Problem, für das aktuell keine praktikable Lösung existiert. Zum jetzigen Zeitpunkt besteht kein Aufbereitungsverfahren, mit dem kristalline Siliziummodule und Dünnschichtmodule gemeinsam verarbeitet werden können.

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojektes wird gemeinsam mit der Firma Enviroprotect Kühl- und Elektrogeräte recycling GmbH ein Aufbereitungsprozess für verschiedenartige Photovoltaikmodule entwickelt. Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem alle Photovoltaikmodultypen, die in Gruppe 6 in den Entsorgungsbetrieben gemeinsam anfallen, ohne vorherige aufwändige Identifikation und Sortierung verarbeitet werden können. Glas, Aluminium und seltene Metalle, wie Indium und Gallium, sollen zurückgewonnen und in die Kreislaufwirtschaft zurückgeführt werden.

Bei der Umsetzung dieses Aufbereitungsverfahrens wurden Zerkleinerungsprozesse mit verschiedenen Zerkleinerungsaggregaten (Shredder, Querstromzerspaner, Hammermühle) untersucht.

Das zerkleinerte Material wurde anschließend mit einem Schwingturm weiterverarbeitet, um seltene Metalle wie Indium und Gallium durch Abrasion von der Oberfläche zu lösen (Abb. 3-35). Zusätzlich wurde Glas mit einer elektrostatischen Separation von der Metallfraktion getrennt um eine mit Silizium und Silber angereicherte Fraktion zu erhalten. Die Metallkomponenten sollen durch Fällung und elektrochemische Trennprozesse sortenrein in marktfähiger Form zurückgewonnen werden.

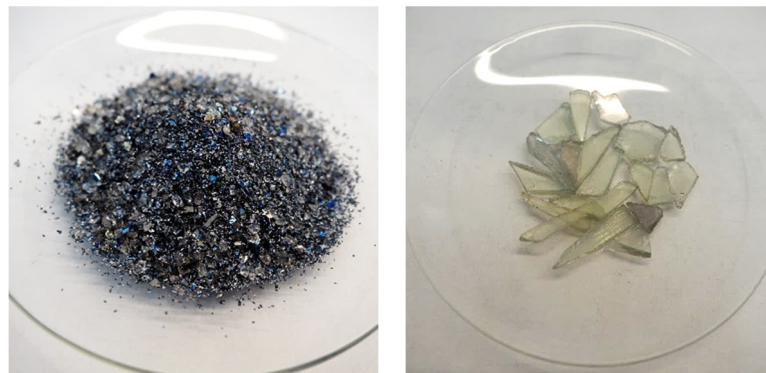


Abb. 3-35: angereicherte Metallfraktion aus zerkleinerten Photovoltaikmodulen (a) und eine mittels Abrasion im Schwingturm erzeugte Glasfraktion (b)

Danksagung:

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



Im Anwendungsbereich „Aufbereitung industrieller Ab- und Prozesswässer“ werden derzeit Forschungs- und Entwicklungsprojekte zum Thema Entsalzung sowie Elimination von Spurenstoffen durchgeführt.

Spurenstoffelimination in Kläranlagen

Gemeinsam mit der Firma Blücher GmbH wurde im Rahmen eines zweijährigen ZIM-Projektes ein alternatives Verfahren zur Spurenstoffelimination mittels Adsorption aus Kläranlagenabläufen entwickelt. Die Basis stellen innovative Adsorbentien dar, mit denen ein quasikontinuierlich betriebener Gegenstromprozess realisiert werden kann. Die beladenen Adsorbentien werden nach dem Durchlaufen des Adsorbers abgetrennt und einer Regenerierung vor Ort zugeführt. Durch das Gegenstromprinzip kann ein kontinuierlicher Betrieb des Adsorbers realisiert werden. Weiterhin können bei der Trocknung und Regenerierung sehr kleine Massenströme an Adsorbentien behandelt werden, sodass die Energiekosten dafür minimiert werden. Zusätzlich werden Transportaufwendungen, die bei einer zentralen Regenerierung anfallen, eingespart.

Das IUTA untersuchte in diesem Projekt die einzelnen Prozessschritte zur Adsorbentienbenetzung, dem Adsorbentientransport innerhalb und außerhalb des Adsorbers sowie die Trocknung und Regenerierung der Adsorbentien.

Für die abschließende Funktionsprüfung des Verfahrens wurde ein Praxistest mit einem realen Kläranlagenablauf durchgeführt. Es wurde dabei der zeitliche Konzentrationsverlauf von spezifischen Spurenstoffen über das Adsorberbett und im Adsorberablauf analysiert. Auch für hohe Leerrohrgeschwindigkeiten konnte eine gute Eliminationsrate nachgewiesen werden.

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.

**Membranfiltration**

Seit über sechs Jahren 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 Anlagenausfälle und hohe Kosten entstehen, insbesondere dann, wenn der Austausch der Membranmodule erforderlich ist.

Mit Hilfe von so genannten Membranautopsien wird ein Beitrag zur Ursachenforschung geleistet.

tet. Dabei werden die Module äußerlich und von innen begutachtet, Beläge beprobt sowie weiterführende Untersuchungen zur Aufklärung der Membran- und Belagstruktur durchgeführt.

In-situ-Sulfitbestimmung in Umkehrosmoseanlagen

Ein möglicher auftretender Schädigungsmechanismus in UO-Anlagen ist die chemische Oxidation der Membran durch Halogene, die bei der Vorbehandlung zur Desinfektion der Rohrleitungen eingesetzt werden. Um die chlorempfindlichen Polyamidmembranen nicht zu schädigen, wird das freie Chlor vor Eintritt in die UO-Membran durch die Zugabe von Natriumbisulfit vollständig reduziert. Die Überwachung der Chlorreduktion muss kontinuierlich und zuverlässig erfolgen. Im Rahmen eines IGF-Projektes wird gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik der Universität Duisburg-Essen eine kontinuier-

liche Messmethode zur Überwachung der Chlorreduktion entwickelt. Diese basiert auf der photometrischen Online-Detektion des Überschusssulfits im Konzentratstrom der Umkehrosmoseanlage.

Im IUTA wurden Untersuchungen der physikalischen und betrieblichen Einflussparameter auf die Messung durchgeführt. Dazu wurde eine Strömungsapparatur erstellt, in der die Einflüsse der Positionierung des Sensors, unterschiedlicher Drücke und Strömungsgeschwindigkeiten untersucht wurden. Aufbauend auf den Ergebnissen wurden Langzeitversuche durchgeführt. Dabei wurde die Belagbildung bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten und Einbaurichtungen des Sensors untersucht.

Im folgenden Projektverlauf wird ein Praxistest durchgeführt, bei dem die Anwendbarkeit der Messmethode im Durchfluss überprüft wird. In Abb. 3-36 ist der Versuchsaufbau der Langzeitversuche dargestellt.

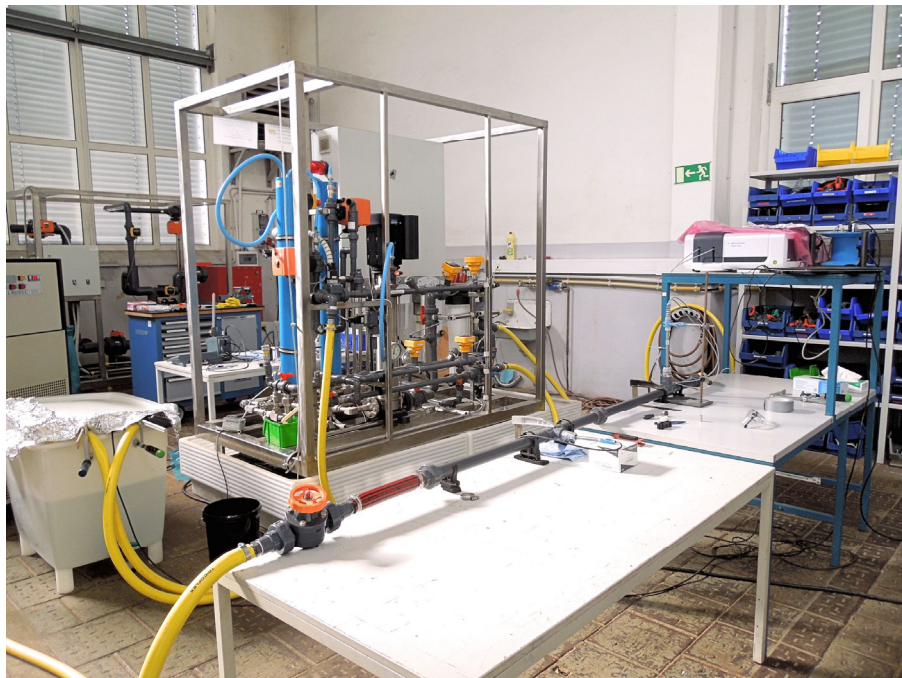


Abb. 3-36: Versuchsstand der Langzeitversuche im IUTA

Das IGF-Projekt 19149 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 Bun-

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

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 Feinerlegung 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
- Drei-Zonen-Drehrohröfen bis 1.200 Grad, 950 mm (200/550/200 mm)
- Drei-Zonen-Kunststoff-Extruder / Haake
- Messgeräte für die Dichtigkeitsprüfungen R11 oder Pentan, empfohlen nach Vollzugshilfe TA Luft:
 - ppm Messtechnik MAC 2040 R11
 - ppm Messtechnik MAC 2240 R11
 - ppm Messtechnik MAC 2040 Pentan
 - 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
- Veraschungsöfen 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"- Spiralschleifenelemente
 - Energierückgewinnung mit Druckwechsler
- Niederdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 20 bar:
 - zwei Druckrohre für je ein 4" Schleifenelement
- Mitteldruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 40 bar:
 - zwei Druckrohre für je ein 4" Schleifenelement
- Nanofiltration:
 - zwei Druckrohre für je ein 4" Schleifenelement
- 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
- 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* befasst sich mit vielfältigen analytischen Detektions- und Untersuchungsverfahren. Dies betrifft neben der Element- und Speziesanalytik insbesondere die verschiedensten Applikationen in der Gaschromatografie. 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. Dabei werden rentable und praxistaugliche Verfahren erarbeitet, um solche Metalle wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen.

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 Kopplung der Massenspektrometrie mit einem induktiv gekoppelten Plasma erlaubt den Nachweis von Elementen aus wässrigen Proben im Ultraspurenbereich. Nachweisgrenzen von $< 0,1$ ng/L sind realistisch. Die Speziesanalytik ist eine Teildisziplin der Elementanalytik, bei der nicht nur der Gesamtgehalt eines Elements eine Rolle spielt, sondern auch die Oxidationsstufen und Bindungsformen berücksichtigt werden, die in Summe letztendlich das Molekül bilden. 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 erfolgt an diesen Systemen der äußerst sensitive Nachweis von Pt-haltigen Zytostatika. Dazu konnten im Berichtszeitraum die vorhandenen Arbeitsmethoden

wesentlich verbessert werden. Zentraler Punkt ist dabei eine statistische Datenauswertung, die auf Basis der freien Programmiersprache R entwickelt 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.

Im Berichtsjahr wurde mit dem Kauf eines Quecksilberfeststoffanalysators in ein vollautomatisches System zur Bestimmung von Quecksilber in Feststoff- und Flüssigproben investiert. Es ergänzt die instrumentelle Ausstattung und ermöglicht neben dem Nachweis von Quecksilber aus verschiedenen Matrices auch erste Aussagen zu Bindungsverhältnissen des Quecksilbers in der zu untersuchenden Matrix.

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 äußerst sensitiven Nachweis von Hormonen (Bestimmungsgrenze < 35 pg/L für 17α -Ethinylestradiol (EE2) – Vorgaben gemäß Beobachtungsliste der europäischen Wasserrahmenrichtlinie) – Bestimmungsmethoden für Phenole und Moschusverbindungen sowie eine Multimethode zur parallelen Detektion von 70 umweltrelevanten Parametern (PAK, PCB, Pestiziden und Flammenschutzmitteln). Der Bereich hat sich zudem auf den analytischen Nachweis von Ölen in Druckluft gemäß ISO/CD 8573 weiter spezialisiert. Eine parallele Untersuchung der gasförmigen Ölanteile gemäß ISO/CD 8573 und IUTA-eigener Methode ergänzt das angebotene Portfolio.

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. Hier werden ökonomisch tragfähige und zugleich nachhaltige Lösungswege angestrebt. Diese bestehen in der kreativen Kopplung und Vernetzung klassisch-chemischer Werkzeuge mit innovativen Ideen und Methoden.

Neben öffentlich geförderten Projekten werden auch Dienstleistungen für Unternehmen erbracht.

Adsorption Perfluorierter Tenside (PFT) an textilen Filtermedien

Perfluorierte Tenside (PFT) weisen wasser-, schmutz- und fettabweisende Eigenschaften auf und finden Anwendungen in Industrie- und Konsumprodukten; ihr jährlicher Bedarf wird EU-weit auf 500 t geschätzt. Diese ausschließlich anthropogen erzeugte Stoffklasse ist in Spuren mittlerweile ubiquitär verbreitet. PFT sind als persistent, bioakkumulativ und toxisch anzusehen. Neben Hintergrundbelastungen in Gewässern treten akute PFT-Sanierungsfälle auf, verursacht z. B. durch illegales Verbringen von Klärschlamm, Altlasten sowie durch den Gebrauch bestimmter Feuerlöschmittel. Aufgrund ihres amphoteren Charakters sind Polyelektrolyte zur Komplexierung der aquatisch in Form von Anionen vorliegenden PFT geeignet. Dies konnte bereits durch orientierende Vorversuche am Deutschen Textilforschungszentrum Nord-West (DTNW) bestätigt werden. Basierend auf diesen Vorversuchen wird im Rahmen eines IGF-Forschungsprojekts ein polyelektrolytfunktionalisiertes Adsorbertextil zur PFT-Immobilisierung aus Wässern gemeinsam mit dem DTNW entwickelt, getestet und für die

technische Umsetzung verfahrenstechnisch skaliert.

Im Berichtszeitraum gelang es dem DTNW ein PET-Textilflies mit Polyvinylamin (PVA) und Decafluorbiphenyl (DFB) als Vernetzungsmittel so zu modifizieren, dass in Laborversuchen für verschiedene PFT ein sehr gutes Rückhaltevermögen erreicht werden konnte. Aufbauend auf diesen ersten Versuchen werden zurzeit Versuche am IUTA mit belasteten Wässern durchgeführt, wobei neben sehr guten Adsorptionsleistungen an den Textilien auch typische industriell angepasste Versuchsbedingungen im Vordergrund stehen.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19678 N des Forschungskuratoriums Textil e.V. 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



Einfluss der Stückigkeit von Materialien auf das Analysenergebnis von Elutionsversuchen

Für die schadlose Verwertung und Beseitigung von Abfällen sind die mobilisierbaren Stoffanteile eine wesentliche Entscheidungsbasis. Die Bestimmung dieser Stoffanteile erfolgt üblicherweise anhand von Eluatuntersuchungen, die sich je nach Rechtsgrundlage unterscheiden. Die dabei anzuwendenden Elutionsmethoden sind im Wesentlichen Schütteltests (24h) und Säulen- bzw. Perkolationsversuche. In Abhängigkeit der Fragestellung (z. B. Schadlosigkeit der Verwertungsmaßnahme)

und der untergesetzlichen Regelwerke zum Kreislaufwirtschaftsgesetz ist die entsprechende Methode auszuwählen¹.

Als Schütteltest werden die Verfahren gemäß DIN EN 12457-4² und DIN 19529³ (s/l = 1:2) eingesetzt. Wesentliche Unterschiede sind neben dem Feststoff/Flüssigkeitsverhältnis von 1:10 bzw. 1:2 auch die Korngröße des Materials während der Elution.

Die Höhe der mobilisierbaren Stoffgehalte hängen neben der Prüfmerkmalsträgerverteilung in den Feststoffmaterialien auch von Faktoren wie der Stückigkeit/Körnigkeit des Materials und dem Feststoff/Flüssigkeitsverhältnis (s/l) ab. Es ist bekannt, dass bei den Schüttelversuchen Abrieb entsteht und damit eine spezifische Oberflächenvergrößerung des Materials im Eluat auftritt. Ebenso wurde der durch das Brechen erzeugten frischen Oberfläche ein Einfluss auf die Mobilisierbarkeit einzelner Stoffanteile (Eluatgehalte), d. h. auf die Kinetik des Löseprozesses zugeschrieben.

Neben diesen Faktoren hängt der Mobilisierungsprozess von der Bindungsform der zu eluierenden Stoffe ab. Zudem wird die Konzentration der verschiedenen Inhaltstoffe vom pH-Wert, der Temperatur und der Kontaktzeit beeinflusst. Leicht lösliche Alkali- und Erdalkaliverbindungen können ebenfalls auf gebundene Schwermetalle mobilisierend wirken, so dass trotz einer Einbindung eine zusätzliche Freisetzung erfolgt.

Eine Untersuchung im Auftrag des LAGA-Forums Abfall (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall), die gemeinsam mit dem Institut für Bau-

stoff-Forschung e.V. (FEhS) durchgeführt wird, beschäftigt sich mit der systematischen Betrachtung der Kinetik des Löseverhaltens von Metallionen (As, Sb, Pb, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, V, W und Zn) sowie Chlorid und Sulfat an ausgewählten Materialien.

Als Untersuchungsmaterial wurde Ziegelbruch ausgewählt, der in einem ersten Schritt in definierte Korngrößenfraktionen aufgeteilt wurde. Die Abb. 3-37 zeigt eine Zusammenstellung der zur Elution hergestellten Prüfproben.

Aus diesen Prüfproben wurden Eluate gemäß DIN EN 12457 (s-solid/l-liquid = 1/10) und DIN 19529 (s/l = 1/2) hergestellt, wobei die Elutionen im Zeitraum von 0,17 bis 264 Stunden nach 10 verschiedenen Zeitpunkten abgebrochen wurden. Die Eluate sind gemäß DIN EN ISO 17294-2⁴ und DIN EN ISO 10304-1⁵ auf die Elemente und Anionen untersucht worden.

Nach einer ersten Sichtung der dabei erhaltenen Ergebnisse konnten bereits folgende Aussagen getroffen werden:

- Je feiner das zu eluierende Material, desto höher die Element- bzw. Anionengehalte in den Eluaten (vgl. Abb. 3-38).
- Nach 24 Stunden waren für einen Teil der untersuchten Parameter die Steady-state-Bedingungen noch nicht vollständig erreicht. (Die Schwankungsbreite der Messwerte, d. h. die Messunsicherheit wurde bei dieser Aussage noch nicht berücksichtigt.)
- Bei einigen Elementen änderte sich der Elementgehalt im Eluat zeitlich nicht oder nur gering.

¹ LAGA Methodensammlung Feststoffuntersuchungen; Version 1.1; 2018

² DIN EN 12457-4 (01/2003) Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung)

³ DIN 19529 (12/20015) Elution von Feststoffen – Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg

⁴ DIN EN ISO 17294-2 (01/2017): Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope (ISO 17294-2:2016)

⁵ DIN EN ISO 10304-1 (07/2009): Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie – Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat

Eine ausführliche Auswertung der umfangreichen Daten erfolgt zurzeit und wird bis Mitte des Jahres 2019 verfügbar sein.

Danksagung:

Die Arbeiten zum Projekt L 1.18 der LAGA, Az.: LFP 2018 L 1.18 wird aus Mitteln des Länderfinanzierungsprogramms (LFP) „Wasser, Boden und Abfall“ finanziert.



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall



Abb. 3-37: Prüfproben der drei Korngrößenfraktionen

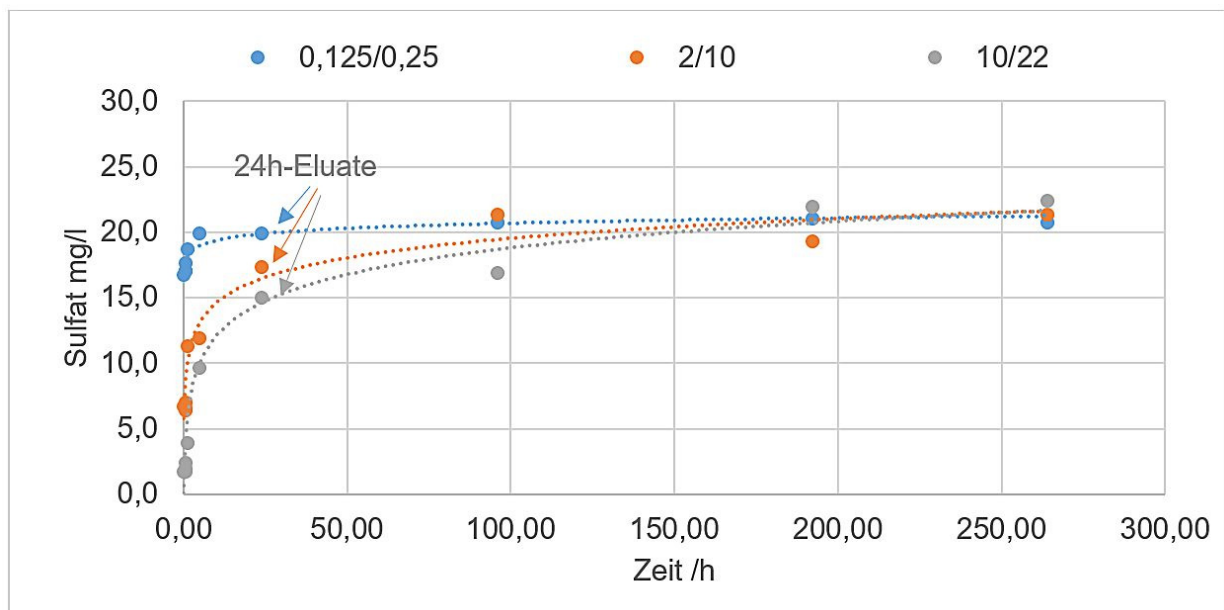


Abb. 3-38: Änderung der Sulfatgehalte bei der Elution der verschiedenen Prüfkörperfraktionen nach verschiedenen Zeitpunkten aus dem DIN-EN-12457-Eluat

3.8 Forschungsanalytik & Miniaturisierung

Entwicklung spezieller Kopplungstechniken

Der Bereich *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von innovativen Kopplungs- und Detektionsverfahren auf Basis der Flüssigkeitschromatografie (HPLC, High-Performance Liquid Chromatography). In Bezug auf die Chromatografie spielt die sogenannte Hochtemperatur-HPLC eine große Rolle. Bei dieser Technik werden der Eluent und die stationäre Phase auf Temperaturen bis 200 °C erhitzt. Im Grenzfall ist es damit möglich, vollständig auf toxische organische Lösungsmittel zu verzichten und nur Wasser als mobile Phase zu verwenden. Die Änderung der Elutionsstärke erfolgt dann über die Temperaturgradientenelution. Mithilfe dieser Technologie können neuartige und der HPLC bisher nicht zugängliche Detektionsverfahren nutzbar gemacht werden. Hierzu zählen u. a. die Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie, die Raman-Detektion, die Flammenionisationsdetektion sowie die direkte Kopplung von Enzymassays mittels kontinuierlicher Mischsysteme. Zu diesen Techniken und Kopplungsmethoden wurden und werden aktuelle Forschungsprojekte im Bereich der Industriellen Gemeinschaftsforschung durchgeführt. Eine vielversprechende Detektionsentwicklung, die in Kooperation mit der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf realisiert wurde, ist die Entwicklung eines Raman-Detektors auf Basis eines Flüssigkern-Lichtwellenleiters. 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.

Die Raman-Spektroskopie kann anhand von Rotations- und Schwingungszuständen komplementär zur IR-Spektroskopie Strukturin-

formationen 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 gepuferte wässrige Chromatografieverfahren in der Bioanalytik, wie z. B. der Gelfiltrations- oder der hydrophoben Interaktionschromatografie, ideal 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.

Die Detektion charakteristischer Raman-Spektren nach vorheriger chromatografischer Trennung von Modellproteinen wie Lysozym, Cytochrom c und Myoglobin konnte bereits demonstriert werden. Zudem wurden Spektrenunterschiede nach simuliertem oxidativen Stress identifiziert. Es zeigte sich, dass das Online-Raman-Detektionssystem ein aussichtsreiches Tool für die Bioanalytik, speziell für die Proteinanalytik, ist.

Im Rahmen des Investitionsprogramms InnoKOM-Invest wurde ein leistungsstarkes und bislang einzigartiges Raman-Spektrometer angeschafft. Das in Abb. 3-39 abgebildete System kombiniert Hochleistungskomponenten für die Raman-Spektroskopie mit einer hohen Flexibilität beim experimentellen Aufbau unter Beibehaltung der Mobilität. Dadurch kann das System leicht zwischen Laboren bewegt und hinsichtlich verschiedener Applikationen angepasst bzw. mit flüssigkeitschromatografischen Systemen gekoppelt werden. Durch den schnellen Wechsel zwischen Offline- und On-

line-Messmodus durch justagefreie Klappspiegelvorrichtungen kann das System für die Messung von festen, flüssigen und sogar gasförmigen Proben eingesetzt werden.



Abb. 3-39: Raman-Detektor gekoppelt mit Flüssigkeitschromatografie

Danksagung:

Das Fördermodul „Investitionszuschuss wiss.-techn. Infrastruktur“ wird über die EuroNorm (Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovationsmanagement mbH) im Rahmen des Programms „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen-Innovationskompetenz (INNO-KOM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Entwicklung von Lab-on-Chip-Systemen

In den letzten Jahren hat sich der Arbeitsbereich in immer stärkerem Maß auf miniaturisierte Verfahren erweitert, deren Bedeutung zunimmt. Insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden 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 Kanälen mit geringem Innendurchmesser (5 bis 100 μm) zu simulieren, um Erkenntnisse über die Systemintegration mikrofluidischer Bauteile in flüssigkeitschromatografische Systeme zu gewinnen. Auf diese Weise kann der technische Entwicklungsprozess geschärft, Konstruktionsvorschläge mit geringer Systemeffizienz erkannt und von der weiteren Entwicklung ausgeschlossen werden.

Im Rahmen eines aktuellen IGF-Projektes mit dem Kurztitel „SlipChip“ soll erstmals ein integriertes, mikrofluidisches Chip-System entwickelt und evaluiert werden, das die schnelle Analyse komplexer Stoffgemische mittels On-line-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 soll ohne die Verwendung von Mikroventilen oder Transferkapillaren mithilfe eines SlipChip-Ansatzes realisiert werden. Dadurch können einerseits Tot- und Transferolumina im Analysesystem, welche zu einer Verminderung der Trennleistung führen, minimiert und andererseits die Problematik bezüglich der Reproduzierbarkeit, Druckstabilität und Ansprech- beziehungsweise Schaltzeit von chipintegrierten Ventilen umgangen werden. Die sensitive und selektive Detektion der aufgetrennten Probenbestandteile soll mithilfe einer integrierten Nanoelektrospray-Schnittstelle

realisiert werden, welche die totvolumenfreie Kopplung des Chips an ein beliebiges kommerzielles Elektrospray-Massenspektrometer ermöglicht.

Der Gesamtentwurf basiert auf dem Konzept eines mikrofluidischen Aktuators, der sich auf dem Chip bewegt und die Verschaltung von Kanälen auf dem Chip steuert. Inspiriert durch die Funktionsweise von HPLC-Schaltventilen wird die „Slip-Funktionalität“ durch einen Rotor und eine entsprechende Vorrichtung realisiert, welche eine nahtlose Verbindung zu einem mikrofluidischen LC-Chip erlaubt. Durch Drehen des Rotors und der darauf befindlichen Mikrofluidikstruktur können Kanäle im Chip geöffnet oder abgesperrt werden, wodurch die Dosierung definierter Volumina gelingt. Auf diese Weise wird ein Zugang zu einer totvolumenarmen Schaltvorrichtung geschaffen, welche ohne Verbindungskapillaren zur Kontrolle und Manipulation mikrofluidischer Flüsse im Chip auskommt. Der hier weiterentwickelte Ansatz vereint die Vorgaben an eine feinmechanisch gut zugängliche, leistungsstarke und dennoch vielseitig einsetzbare miniaturisierte flüssigkeitschromatografische Trenntechnik.

Um den Transport von Tracersubstanzen innerhalb von gepackten Chips realistisch simulieren zu können, wurde eine Simulationsroutine entwickelt und an die kommerzielle CFD-Software ANSYS Fluent gekoppelt, die es erlaubt, den gepackten Chip als poröses Medium zu betrachten und dabei das gezielte Einbringen von Störstellen innerhalb der Packung ermöglicht. Dabei wird sowohl der Strömungswiderstand als auch die Porosität der Packung gezielt variiert, sodass die Strömung innerhalb der Packung an Homogenität verliert. Die entwickelte Routine ermöglicht die angestrebte gezielte Beeinflussung der Strömung und des Tracertransports innerhalb von porösen Packungen. Es können beliebige Schwankungen

in der Packungsqualität realisiert werden. Darüber hinaus kann auf diesem Weg auch eine nicht ideale polymerisierte Fritte abgebildet und z. B. mit der Möglichkeit, die stationäre Phase über den Keystone-Effekt zurückzuhalten, verglichen werden.

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



Entwicklung und Charakterisierung multidimensionaler Trenn- und Detektionssysteme

Ein weiterer zentraler Schwerpunkt ist die Entwicklung multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken. In allen Bereichen der Life Sciences müssen immer komplexere Proben analysiert werden. Eindimensionale Trennverfahren stellen hierzu oftmals nicht die erforderliche Trenneffizienz zur Verfügung. Vor diesem Hintergrund wurde in den letzten Jahren ein multidimensionales Trenn- und Detektionssystem auf Basis der Nano- und Mikro-HPLC entwickelt.

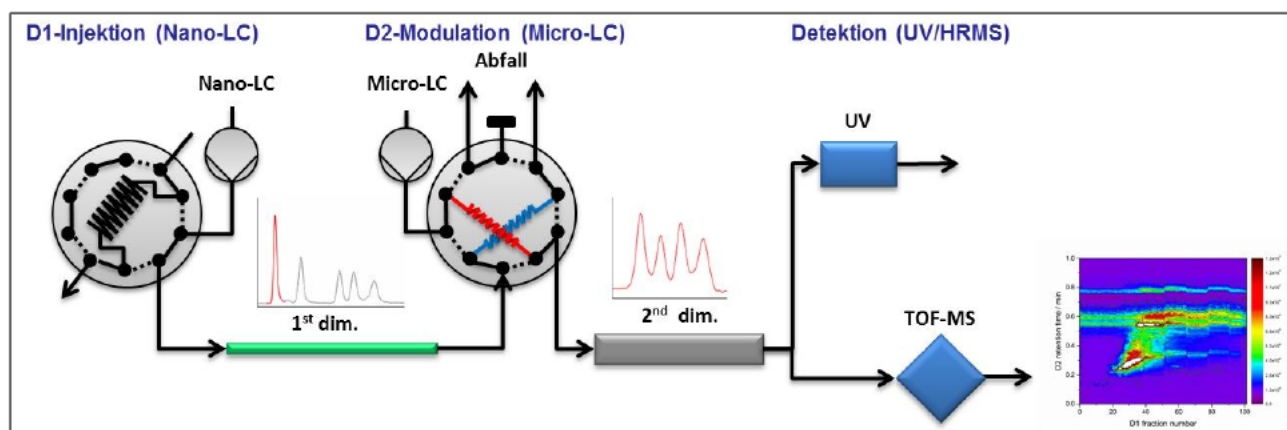


Abb. 3-40: Prinzipskizze des miniaturisierten multidimensionalen Trenn- und Detektionssystems

Das in Abb. 3-40 schematisch gezeigte Trennsystem kann an beliebige Massenspektrometer gekoppelt werden. Es soll zukünftig für Fragestellungen aus dem Bereich der Umweltanalytik eingesetzt werden. Die Kopplung der Trenneinheit an ein hochauflösendes Massenspektrometer erlaubt die Identifizierung prinzipiell unbekannter Verbindungen, die z. B. durch Anwendung eines neuartigen Oxidationsverfahrens wie der Ozonung entstehen können. Es erfolgt deshalb eine sehr enge Kooperation mit dem Bereich *Umwelthygiene & Spurenstoffe*, der sich mit Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen auf Grundlage erweiterter Oxidationsprozesse beschäftigt.

Im Rahmen des IGF-Forschungsprojektes TRENN_DEKT⁴ wurde die Kopplung eines zweidimensionalen HPLC-Systems mit der Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS) und der hochauflösenden Massenspektrometrie (HRMS) realisiert. Erstmals wurde somit die Kopplung eines vierdimensionalen Trenn- und Detektionsverfahrens experimentell umgesetzt. Darüber hinaus wurde eine neue Verfahrensvariante für die zweidimensionale HPLC entwickelt, die als LC + LC bzw. Multiple-Heart-Cut-Modus mit erweiterter konstanter Modulationszeit beschrieben werden kann. Der Vorteil des LC + LC-Verfahrens im Gegensatz zur umfassenden LC x LC-Kopplung besteht darin, dass der zweidimensionale chromato-

grafische Datensatz als pseudo-eindimensionale Trennung dargestellt werden kann.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde anhand des Aufbaus einer Demonstrations-Datenbank gezeigt, dass die IMS in Kombination mit der hochauflösenden Massenspektrometrie dazu genutzt werden kann, potenziell unbekannte Verbindungen in einer Probe mit einer höheren Sicherheit zu identifizieren. Aufgrund der Tatsache, dass eine IMS-Trennung nur wenige Millisekunden benötigt, wird zu jedem Datenpunkt über einen chromatografischen Peak eine IMS-Trennung erhalten. Die Kombination aus Chromatografie und Ionenmobilität liefert somit eine wesentlich höhere Peakkapazität als die umfassende 2D-LC.

Die in diesem Projekt entwickelte technische Plattform der Kopplung von zweidimensionaler Chromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und massenspektrometrischer Detektion bildet die Grundlage für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in allen Bereichen der Life Sciences. KMU aus den Bereichen der wissenschaftlichen Gerätehersteller haben einen unmittelbaren Nutzen von den erzielten Forschungsergebnissen. Das in diesem Projekt entwickelte Verfahren kann dazu genutzt werden, die Suche nach neuen Medikamenten und Wirkstoffen zu beschleunigen, indem neue Möglichkeiten der Aufreinigung, Analytik und Detektion in einem Verfahren kombiniert werden.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18861 N mit dem Titel „Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie“ 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

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 dann 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 µg 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) Umweltqualitätsnormen (UQN) für 17β-Estradiol (E2) von 0,4 ng L⁻¹ und 0,035 ng L⁻¹ für 17α-Ethinylestradiol (EE2) vorgeschlagen. Bis zum jetzigen Zeitpunkt ist keine Methode öffentlich publiziert oder bekannt, die eine Bestimmungsgrenze in einem Konzentrationsbereich von 10 pg L⁻¹ in Oberflächengewässern und insbesondere auch in Kläranlagenabläufen als Haupteintragsquelle aufweist. Daher wurde in der Beobachtungsliste (Watch List) der WRRL nun eine Nachweisgrenze von 0,4 ng L⁻¹ für E1 und E2 sowie 0,035 ng L⁻¹ für EE2 festgeschrieben. Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen des IGF-Projektes „Fluoreszenz-Hormone“ die Entwicklung eines ultrasensitiven und im Vergleich zur Massenspektrometrie kostengünstigen Fluoreszenzdetektors für die Flüssigkeitschromatografie geplant, der eine Erfassung der genannten Östrogene im relevanten Konzentrationsbereich erlaubt. Dafür ist insbesondere die Abtrennung der Zielanalyten von der Matrix von großer Bedeutung, um Matrixstörungen zu minimieren. Deshalb muss parallel ein Verfahren zur Anreicherung und hochselektiven Aufreinigung von Realproben entwickelt werden, 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.

Bei der Entwicklung einer geeigneten flüssigkeitschromatografischen Trennmethode auf Basis der Umkehrphasen-Chromatografie in Verbindung mit der Massenspektrometrie stellte sich NH_4F (0,1 mM) als Laufmitteladditiv sowie Acetonitril als Eluent als am besten geeignet heraus. Durch Einsatz einer Biphenyl-Trennsäule (50 mm × 2,1 mm, 2,7 μm) konnte eine ausreichende Abtrennung störender Matrixkomponenten erzielt werden. Die Abtrennung coeluierender Matrix ist hierbei von entscheidender Bedeutung für die Ionisationseffizienz in der Elektrospray-Quelle und damit für die gesamte Empfindlichkeit des Verfahrens. So führt die in Realproben auftretende Matrix aufgrund der vorliegenden Konkurrenzsituation zwischen Störkomponenten und Zielanalyten bei der Ionisation zu einer stark ausgeprägten Signalsuppression.

Parallel zum LC-Verfahren wurde zusätzlich eine Methode auf Basis der Gaschromatografie gekoppelt mit einem Massenspektrometer (GC-MS/MS) entwickelt, um bei diesem Verfahren durch Derivatisierung und den entsprechenden Übergang in die Gasphase ebenfalls zusätzlich störende Matrixbestandteile abzutrennen. Um einen Eintrag von evtl. verbleibenden Partikeln in das Messsystem zu vermeiden, wurden zudem Liner mit Glasfritten eingesetzt und 3 μL splitlos injiziert. Das Protokoll zur Derivatisierung der Proben erfordert die Aufnahme in 100 μL Pyridin/BSTFA (50:50), was einen zusätzlichen Anreicherungsfaktor von 10 ausmacht.

Die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie erfordern die Bestimmung einer sogenannten Gesamtwasserprobe, bei der die Analyse inklusive des natürlich enthaltenen, partikulären Materials bzw. der enthaltenen Schwebstoffe erfolgt. Die damit verbundenen Schwierigkei-

ten durch mögliches Verstopfen der SPE-Kartuschen aufgrund von Trübstoffen kann durch den Einsatz von Kartuschen im speziellen Diskformat umgangen werden. So wurden 1 L der Gesamtwasserproben, Oberflächengewässer sowie Kläranlagenablauf zunächst über eine C-18 Speed-Disk angereichert. Die Wiederaufnahme in 4 mL Wasser resultiert in einem schwebstoffreichen Extrakt, der über PET-Spritzenfilter filtriert wird. Danach wird 1 mL der so erhaltenen Probe in das Online-SPE-LC-MS/MS-System injiziert. Einer der wesentlichen Vorteile des gekoppelten Online-SPE-Systems mit einer LC-MS/MS ist die Aufgabe von großen Probenvolumina, wobei die Zielanalyten auf der entsprechenden SPE-Kartusche zurückgehalten und mit dem Lösungsmittelgradienten direkt auf die Trennsäule transferiert werden. Dadurch können auf einfachem Wege hohe Anreicherungsfaktoren und eine damit einhergehende bessere Empfindlichkeit des Gesamtverfahrens realisiert werden. So wird in dem LC-Verfahren ein Anreicherungsfaktor von 5.000 erreicht. Um eine hohe chromatografische Trennleistung zu gewährleisten, zeigte sich der Einsatz von Cyano-Kartuschen (10 mm × 1 mm, 7 μm) als besonders geeignet. Um zusätzlich eine Aufreinigung der Realproben und damit Abtrennung störender Matrixkomponenten zu erreichen, wurde ein Waschschriff in der Online-SPE mit 5%iger Acetonitrillösung eingeführt. Dabei wurden je nach Probenmatrix (Oberflächengewässer oder Abwasser) 0,5 bzw. 1 mL Waschlösung verwendet, um eine hohe Signalsteigerung bei geringem Analytverlust zu erreichen.

Eine Zusammenfassung der entwickelten Referenzmethode inklusive der analytischen Kenndaten ist in der nachfolgenden Abb. 3-41 dargestellt.

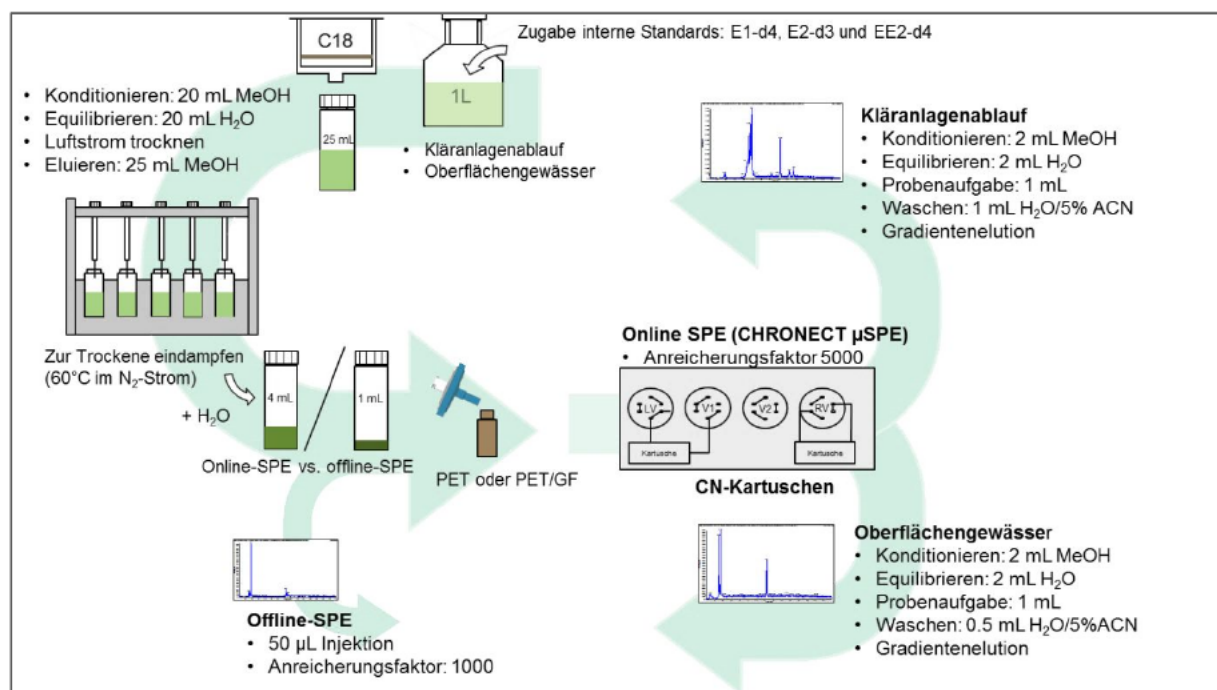


Abb. 3-41: Workflow zur ultrasensitiven Analyse ausgewählter Hormone mittels instrumenteller Analytik

Ein zusätzlicher Ansatz zur Steigerung der Sensitivität des Analyseverfahrens besteht in der Verwendung von Clean-up-Verfahren. Hierbei stellte sich der Einsatz von Silikakartuschen mit vorherigem Lösungsmittelwechsel in Hexan/Ethylacetat (90:10) als sehr erfolgreiches Verfahren dar. Es konnte signifikant zusätzlich Matrix in der Probenvorbereitung entfernt und entsprechend das Signal-zu-Rausch-Verhältnis gesteigert werden.

Tab. 3-3: 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

	Online-SPE-LC-MS/MS		GC-MS/MS	
pg/L	BG	NWG	BG	NWG
E1	35	10	5	1,5
E2	100	30	10	3,0
EE2	100	30	8	2,5

Mit diesem Gesamtverfahren lassen sich sowohl mittels Online-SPE-LC-MS/MS als auch GC-MS/MS die geforderten Nachweisgrenzen von 35 pg/L der EU-Wasserrahmenrichtlinie er-

reichen. Die entsprechenden Nachweis- und Bestimmungsgrenzen der entwickelten Probenvorbereitungsmethode und der Analyse beider Verfahren sind in der Tab. 3-3 für Oberflächengewässer zusammengefasst.

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



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 mit „Forschungsinfrastrukturen NRW“ eine neue Förderinitiative ins Leben gerufen. Für das von IUTA eingereichte Projekt *FutureLab NRW: Digitalisiertes Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft* wurde eine Förderempfehlung ausgesprochen.

Die Detailplanung findet aktuell statt, sodass die ersten Umbauarbeiten voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2019 einsetzen können. FutureLab NRW verfolgt das Ziel, die Infrastruktur für das digitalisierte Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft zu realisieren.

Was aber genau sind die Inhalte, mit denen die neue Laborplattform an den Start gehen wird?

Das IUTA entwickelt seit Jahren erfolgreich Verfahren zur Analyse hochwirksamer Substanzen in Produktionsstätten der Pharmazie sowie in Laboratorien von Apotheken und in Krankenhäusern. Analytische Fragestellungen im Bereich der arbeitsplatzbezogenen Messungen werden aktuell unter Zuhilfenahme sensitiver Detektionssysteme auf Basis der Tandem-Massenspektrometrie adressiert.

In den vergangenen Jahren haben sich insbesondere im Bereich der antineoplastischen Wirkstoffe neue Substanzen etabliert, die sich deutlich von den bisherigen „kleinen Molekülen“ unterscheiden und in der passiven, spezifischen Krebsimmuntherapie eingesetzt werden. Es handelt sich hierbei um therapeutisch wirksame monoklonale Antikörper (mAk), d. h. um gentechnisch veränderte Immunglobuline der Klasse G, die in der Lage sind, Krebszellen

zu entdecken. Im Gegensatz zu den Zytostatika, die nur aus wenigen Atomen bestehen und ein geringes Molekulargewicht von i. d. R. < 1.000 Da aufweisen, sind mAk sehr komplex, mit einem ungefähren Molekulargewicht von 150 kDa.

Während die Analyse niedermolekularer Zytostatika im Rahmen der Arbeitsplatzsicherheit im Gesundheitswesen bereits gelebte Praxis ist, werden Biopharmazeutika nicht erfasst. Ein Grund hierfür ist, dass das Gefährdungspotenzial der Biopharmazeutika kontrovers diskutiert wird. Zum einen wird angeführt, dass Moleküle ab einem Molekulargewicht > 500 Da nicht über Penetration der Haut aufgenommen werden können. Hierdurch sinkt das Risiko der Aufnahme intakter, bioverfügbarer Proteine. Auch der gastrointestinale Pfad ist eher unwahrscheinlich. Der verbleibende Eintrittspfad kann allein über Inhalation erfolgen. Während über die Bioverfügbarkeit nach Inhalation Uneinigkeit herrscht, bleibt das Risiko einer Sensibilisierung und damit der Gefahr einer Allergie weitestgehend unberücksichtigt. Solange eine sensibilisierende Wirkung nicht ausgeschlossen werden kann, sollte ermittelt werden, welchen Konzentrationen Mitarbeiter des Gesundheitswesens, die steten Umgang mit Biopharmazeutika haben, überhaupt ausgesetzt werden. Hierzu sind bislang keine Ergebnisse publiziert worden, da es keine experimentellen analytischen Verfahren gibt, die eine Erfassung relevanter Konzentrationen von monoklonalen Antikörpern in Luft erlauben. Genau diese Lücke möchte das IUTA im Rahmen des Aufbaus der FutureLab-NRW-Plattform sowie weiterer begleitender FuE-Maßnahmen schließen. Die ersten Vorarbeiten wurden bereits geleistet und sind publiziert worden. Schwerpunkt hierbei war die Entwicklung einer Methode zur Quantifizierung eines ausgewählten monoklonalen Antikörpers auf Peptidlevel. Es konnten einzelne Peptidsequenzen ermittelt werden, die sich zur Entwicklung einer Quantifizierungsmethode prinzipiell eignen.

Diese Vorarbeiten stellten den Ausgangspunkt eines weiteren Forschungsprojektes dar, das im Rahmen des Förderprogramms des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskompetenz“ (INNO-KOM), Modul „Vorlauftorschung“, unter dem Förderkennzeichen 49VF170039 gefördert wird. Seit Projektbeginn im April 2018 konnte die Empfindlichkeit der Methode durch Übertragung des Analysenverfahrens von der hochauflösenden Massenspektrometrie auf die empfindlichere Tandemmassenspektrometrie um einen Faktor von bis zu 1.000 erhöht werden. Zudem wurden Filtermaterialien mit guten Wiederfindungsraten für die Probenahme identifiziert sowie die Probenvorbereitung (hier: tryptischer Verdau) optimiert. Des Weiteren konnte demonstriert werden, dass eine Freisetzung bei Zubereitung aufgrund von Druckausgleichsprozessen potenziell möglich ist und innerhalb der Bestimmungsgrenze des Analysenverfahrens liegt.

Im Rahmen der FutureLab-NRW-Plattform sollen nun alle verfügbaren Technologieansätze zu einem Gesamtsystem verbunden werden. Neben der Kopplung von wirkungsbezogener Analytik mit miniaturisierten multidimensionalen Trenn- und Detektionstechniken spielt auch die Digitalisierung und Automation eine zentrale Rolle. Dies betrifft sowohl die Frage der Schnittstellen zwischen den Analysengeräten und Laborinformations-Management-Systemen (LIMS) 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 nur 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.

Im Rahmen eines ersten Demonstrationsversuches hat sich das IUTA bereits exemplarisch mit der Integration von Laborwaagen und Temperaturfühlern in ein ELN (elektronisches Laborjournal) auseinandergesetzt. Das Ziel war es, dass der Anwender den aktuellen Messwert einer Waage per Knopfdruck am Gerät in einer zentralen Datenbank abspeichern kann und dieser Wert über ein Webinterface in Echtzeit zugänglich ist. Insbesondere wurde untersucht, inwiefern die Daten bereits vorhandener, jedoch häufig nicht netzwerkfähiger Geräte über einen sog. Connector automatisiert in ein LIMS oder ELN übernommen werden können.

Die peripheren Laborgeräte im Pilotprojekt wurden per USB-Port bzw. über die serielle Schnittstelle an den Connector angeschlossen. Als problematisch erwies sich jedoch zunächst die Verbindung des Connectors mit dem Netzwerk, da für die erforderliche dynamische Zuordnung der IP-Adresse ein Router mit DHCP-Serverfunktion nachgerüstet werden musste.

Dieses Beispiel demonstriert anschaulich, dass die Digitalisierung scheinbar einfacher Arbeitsprozesse nicht per „Plug-and-Play“ umzusetzen ist, wie dies häufig proklamiert wird. Insbesondere KMU sind echte Innovationstreiber und bieten moderne Systemlösungen an, deren praxisrelevante Erprobung jedoch nicht in vollem Umfang stattgefunden hat. Dies wiederum verhindert eine schnelle Implementierung digitaler Workflows in Routine- und Forschungslabors. Das FutureLab NRW versteht sich deshalb als Modelllabor, das die Erprobung neuer technischer Ansätze für die Laborautomation und -digitalisierung durchführen und in die industrielle Praxis transferieren will. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen können dann bestehende Lösungsansätze angepasst und sinnvoll weiterentwickelt werden.

Danksagung:

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 2018 hat der Forschungsbeirat am 20. Februar 10 Vorhaben und am 4. September 7 Vorhaben begutachtet. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 4 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 2018 hat der IUTA e.V. als Mitgliedsvereinigung der AiF über 239 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 Transferveranstaltungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten zum Austausch mit Vertretern großer und insbesondere mittelständischer Unternehmen aus.

Am mittlerweile 10. „FiltrationsTag“ und 3. „AnalytikTag“ sowie dem erstmalig durchgeführten 1. ZytostatikaTag nahmen insgesamt mehr als 300 Unternehmensvertreter teil.

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)

mit 50 überwiegend mittelständischen 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 Unternehmen, überwiegend 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-foerderverein.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 industri-
ellen Wäschereien

ZIM-KOOPERATIONSNETZWERK

smartLAB

www.smartlab-netzwerk.de

4 Anhang

4.1 Vorträge 2018

Albert, R., Wagner, C., Urbanczyk, R.,
Peinecke, K., Felderhoff, M.

Challenges in development of heat storage systems based on metal hydrides

Joint Workshop IMPRS SurMat & IMPRS
RECHARGE: Catalysis and Corrosion:
Towards an Atomistic Understanding of
Reactions at Interfaces
MPI für Eisenforschung, Düsseldorf,
20.11.2018

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

Adsorption von elementarem Quecksilber aus diskontinuierlichen Abluftströmen

VDI-Tagung „Emissionsminderung“, Nürn-
berg,
12.06.2018

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

Adsorption of mercury from waste gases

ACHEMA-Kongress,
14.06.2018

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

Adsorption von Hg⁰ an Aktivkohlen aus diskontinuierlichen Abluftströmen

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

Asbach, C., Spreitzer, M., Bässler, M., Kamin-
ski, H., Pohl, T., Monz, C., Todea, A.M.

Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von Low-Cost-PM-Sensoren

ProcessNet Fachgruppensitzung Partikel-
messtechnik, Bremen,
08.03.2018

Asbach, C., Schuldt, T., Schmidt, F., Mölter-
Siemens, W., Todea, A.M.

Determination of the fractional deposition efficiency of full scale HVAC and HEPA filters for nanoparticles ≥ 4 nm

FILTECH 2018, Köln,
15.03.2018

Asbach, C.

Pränormative Forschung und CEN-Standards

nanoGRAVUR Abschlusskonferenz, Berlin,
04.05.2018

Asbach, C.

Wie können Filter vor Feinstaub schützen?

Zukunftsforum Luft, Osnabrück (invited talk),
14.06.2018

Asbach, C., Kaminski, H., Lindermann, J.,
Bässler, M., Monz, C., Todea, A.M.

Applicability of optical aerosol spectrometers and low-cost photometers for the surveillance of workplace exposure concentrations

Aerosol Technologies 2018, Bilbao, Spanien,
17. – 20.06.2018

Asbach, C., Schuldt, T., Schmidt, F., Mölter-
Siemens, W., Todea, A.M.

Measurement of the fractional deposition efficiency of full scale HVAC and HEPA filters for nanoparticles ≥ 4 nm

International Aerosol Conference, Saint Louis,
USA,
03.09.2018

Asbach, C., Spreitzer, M., Bässler, M.,
Schultze, T., Lindermann, J., Kaminski, H.,
Hellack, B., Todea, A.M.

Possibilities and limitations of low-cost PM sensors

International Aerosol Conference, Saint Louis,
USA,
05.09.2018

Asbach, C.

Aerosol science in times of digitalization

Cenide Science Talk, Duisburg (invited talk),
10.09.2018

Asbach, C.

Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials

25th International Conference on Aerosol Sci-
ence & Technology (ICAST; invited talk), Tai-
nan, Taiwan,
14.09.2018

Asbach, C.

How low cost sensors can help digitalizing aerosol science

Seminar at National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan (invited talk),
17.09.2018

Asbach, C., Kaminski, H.

Langzeitmessungen der UFP-Konzentration im städtischen Hintergrund in Mülheim-Styrum

TSI Seminar Partikelmessungen in Städten – Was uns alle betrifft, Aachen (invited talk),
25.09.2018

Asbach, C.

Fostering U.S.-International Collaboration in Integrating Exposure in Nanomaterial Risk Evaluation

QEEN II: 2nd Quantifying Exposure to Engineered Nanomaterials Workshop, Washington DC (invited talk),
10.10.2018

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

Entstehung und Möglichkeiten zur Messung von Fein- und Ultrafeinstaub

Bremsen, μ -Symposium, Bad Neuenahr (invited talk),
26.10.2018

Asbach, C.

Possibilities for using workplace exposure assessment using low-cost dust sensors

NanoSafe 2018, Grenoble, France (invited talk),
07.11.2018

Asbach, C., Todea, A.M.

Personal Exposure to ultrafine particles in everyday life – A Pisa study

NanoSafe 2018, Grenoble, France (invited talk),
07.11.2018

Asbach, C.

Luftbelastung und Messsysteme in NRW – Möglichkeiten und Grenzen

Summit Umweltwirtschaft: Dicke Luft in NRW Städten – Quellen und Minderungsmöglichkeiten, Essen,
20.11.2018

Bahners, T., Opiolka, S., Bankodad, A., Prager, L., Gutmann, J.S.

Lichtgebende textile Strukturen als durchströmbare Lichtquellen in photokatalytischen Filtern zur Luftreinigung

14. Symposium Textile Filter, Chemnitz,
17. – 18.04.2018

Bathen, D., Berg, F.

Dynamic simulation of gas-phase adsorption processes

2nd Symposium on Dynamic Sorption, Leipzig,
17.04.2018

Bathen, D., Bläker, C., Pasel, C., Dreisbach, F.

Coupling of volumetric and calorimetric devices for simultaneous measurements of adsorption isotherms and enthalpies

8th International Conference on Characterization of Porous Materials, Delray Beach (USA),
07.05.2018

Bathen, D., Voss, C.

Neue Trends in der Adsorptionstechnik

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

Bätz, N.

Effect-Directed Analysis of Diffusive Inputs Endocrine Activity in Surface Waters

IUTA-Seminar, Duisburg,
27.04.2018

Beck, C., Barth, J., Gieskes, V., Türk, J., Wörl, R.

Experten-Forum: Validierungskonzepte zur Raum- und Anlagen-Dekontamination

10. NZW Dresden, Dresden
15. – 16.06.2018

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

Development of a measuring technique to optimise the use of sodiummetabisulfite in seawater desalination

ACHEMA-Kongress,
15.06.2018

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

UV-spektroskopische Eigenschaften der ionischen Hauptkomponenten natürlicher Gewässer

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

Bittig, M., Heiting, B.

Quecksilberabscheidung in REA-Wäschern – ein Abgleich zwischen dem Stand der Forschung und den Erfahrungen aus der Praxis

VDI Wissensforum „REA-, SCR- und Entstaubungsanlagen in Großkraftwerken“, Düsseldorf,
20. – 21.11.2018

Bittig, M.

Grundlegende Betrachtungen zur Absorption von Quecksilber in Abgaswäschern

VDI Wissensforum „18. Konferenz Messung und Minderung von Quecksilber-Emissionen“, Köln,
24. – 25.04.2018

Bittig, M., Kreckel, S., Todt, K., Kasprick, M., Suprun, W., Haep, S., Gläser, R.

Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen

ProcessNet Fachtagung „Gasreinigung“, Erlangen,
19. – 20.02.2018

Bittig, M., Kreckel, S., Todt, K., Kasprick, M., Suprun, W., Haep, S., Gläser, R.

Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen

VDI Wissensforum „Emissionsminderung 2018“, Nürnberg,
12. – 13.06.2018

Bittig, M., Posch, T., Klöfer, I., Grüning, F., Ambrosy, M., Haep, S., Bathen, D.

Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen

ProcessNet-Fachgruppe „Gasreinigung“, Erlangen,
19.02.2018

Blauth, F.

Examples of 5 Years Autopsy Experience – Potential and Limits

Membran-Session der DGMT; "Membranes and Membrane Processes",ACHEMA, Frankfurt am Main,
13.06.2018

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

Adsorption von Inhalationsanästhetika im Spurenbereich aus feuchter Luft

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

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

Adsorption of Inhalation Anesthetics (Fluoranes) from humid atmosphere at Trace Level Concentrations

ACHEMA-Kongress,
14.06.2018

Busch, M., Kämpfer, A., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht C., Schins, R.P.F.

Inclusion of gastro-intestinal pH conditions in nanoparticle toxicity testing: Results of an in vivo-in vitro comparison

20th International Congress on In Vitro Toxicology (ESTIV),
15.10.2018

Gehrmann, L.

Kopplung der HPTLC mit hormonsensitiven Arxula adenivorans Biosensoren und Fluoreszenzdetektion zur Analyse estrogen- und gestagenwirksamer Substanzen in Abwässern

Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2018, Papenburg,
07.05.2018

Gehrmann, L., Itzel, F., Bielak, H., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Schmidt, T.C., Türk, J.

Aktivität von östrogen und androgen aktiven Substanzen während und nach der Ozonung von Krankenhausabwasser

Umwelt 2018, Münster,
12.09.2018

Haep, S.

Neue Impulse für die Wirtschaft

JRF vor Ort: Forschungsstandort Duisburg, IHK Duisburg
14.03.2018

Haep, S.

Air pollution control and noise control in Germany – status quo and perspectives

Konferenz im Rahmen des Markterschließungsprogramms des BMWi: Technologien für Luftreinhaltung und Lärmschutz in Deutschland und in Polen, Krakau,
13.09.2018

Haep, S.

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

Summit Umweltwirtschaft.NRW, Messe Essen
20.11.2018

Hellack, B., Kuhlbusch, T.A.J., Santiago-Aragao, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, R.P.F.

Oxidative Potential of nanomaterials and associated oxidative stress responses determined by multiple assays

NanoTox 2018 – 9th International Conference on Nanotoxicology, Neuss,
18. – 21.09.2018

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

3D simulation and experimental investigation of the coulomb effect in electret filters

FILTECH 2018, Köln,
14.03.2018

Hoyer, A.B., Uta S., Haep S., Quass, U.

Black carbon long-term temporal and spatial distribution in Germany

RICTA 2018, Bilbao, Spanien,
20. – 22.06.2018

Huelser, T., Schnurre, S.

Nanoparticles from the Gas-Phase – A Technical, Ecological and Economical Answer for Sustainable Future Energy Applications?

MRS Fall Meeting 2018, Boston, USA,
26.11 – 30.11.2018

Huelser, T., Altmann, P., Filser, J., Engelke, M., Giese, B., Hoppe, M., Lukas, M., Mädler, L., Pokhrel, S., Schlich, K., Schnurre, S.

Design Criteria for Sustainable Nano Materials (DENANA)

MRS Fall Meeting 2018, Boston, USA,
26.11 – 30.11.2018

Hülser, T.

Particle Process Technology: From the Synthesis of Highly Specific Nanomaterials on the Pilot Plant Scale to the Characterization of particles

Successful R&I in Europe 2018, Düsseldorf,
15.03 – 16.03.2018

Itzel, F., Kerstein, J., Türk, J.

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

Shimadzu Seminar „Spurenanalytik“, Düsseldorf,
04.07.2019

Kämpfer, A.A.M., Busch, M., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht, C., Schins, R.P.F.

Impact of gastro-intestinal pH conditions on nanoparticle-induced toxicity: Results of an in vivo-in vitro comparison

NanoTox 2018 – 9th International Conference on Nanotoxicology,
18. – 21.09.2018

Klöfer, I., Bittig, M., Herrmann, D., Ohle, A.

Investigation of absorption and re-emission of mercury in FGD

VGB workshop “Mercury Control”, Berlin,
06. – 07.12.2018

Klöfer, I., Bittig, M., Herrmann, D., Ohle, A., Bathen, D.

Quecksilberabscheidung in REA-Wäschern – Ein Abgleich zwischen dem Stand der Forschung und den Erfahrungen aus der Praxis

50. Kraftwerkstechnisches Kolloquium 2018, Dresden,
23. – 24.10.2018

Klöfer, I., Bittig, M., Grüning, F., Posch, T., Haep, S., Bathen, D.

Grundlagen zur Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung

VDI Wissensforum „18. Konferenz Messung und Minderung von Quecksilber-Emissionen“, Köln,
24. – 25.04.2018

Klöfer, I., Bittig, M., Grüning, F., Posch, T., Haep, S., Bathen, D.

Grundlagen zur Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen

ProcessNet Fachtagung „Gasreinigung“, Erlangen,
19. – 20.02.2018

Kube, C., Flieter, I., Grüning, F.

Spektrometertestverfahren zum Nachweis von PAK

2. Workshop zum „Freiberger Protokoll“ zur Bestimmung von PAK16 auf und in festen Rückständen der Holzvergasung, Oberhausen, 20.03.2018

Kube, C., Flieter, I., Bialucha, R., Leson, M., Uhlig, S., Frost, K.

Methodenentwicklung und -validierung von Feststoffuntersuchungen am Fallbeispiel der DIN 19902

Weiterbildungsveranstaltung „Akkreditierung, Notifizierung, Ringversuche – QS und Dokumentation in der Feststoffuntersuchung, BEW Essen, 31.10.2018

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

Synthesis of silicon nanoparticles in a low pressure microwave plasma reactor on a pilot plant scale: Characterization of particle growth and influence of different process conditions on particle characteristics

NRW Nanokonferenz, Dortmund, Deutschland, 21. – 22.11.2018

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

Production of silicon nanoparticles using a microwave plasma reactor on the pilot scale with the aim of providing high-quality raw material for thermoelectric generators

667. WE-Heraeus-Seminar, Bad Honnef, Deutschland, 08. – 11.04.2018

Ligotski, R., Sager, U., Asbach, A., Schmidt, F.

Ermittlung der VOC-Abscheideleistung von Aktivkohlefiltermedien für die allgemeine Raumluftechnik

(RLT) Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe „Gasreinigung“ und des TAK „Aerosoltechnik“, Erlangen, 19. – 20.02.2018

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

Determination and Prediction of VOC Adsorption Performance Data of Activated Carbon Based Filter Media for Indoor Air Purification

InterPore 10th Annual Meeting and Jubilee, New Orleans, USA, 14. – 17.05.2018

Merkel, W., Türk, J., Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Börgers, A., Fligge, F., Bloser, M.

Kernergebnisse des Projekts MERK´MAL

Bilanzveranstaltung MERK´MAL, Mülheim an der Ruhr, 06.03.2018

Merkel, W., Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Türk, J., Börgers, A., Fligge, F., Bloser, M.

Minimierung des Eintrags von Röntgenkontrastmitteln in die Ruhr

Fachtagung Arzneistoffe und Mikroschadstoffe in Gewässern, Düsseldorf, 18. – 19.06.2018

Merkel, W., Türk, J., Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Börgers, A., Fligge, F., Bloser, M.

MERK´MAL – Minimierung des Eintrags von Röntgenkontrastmitteln in die Ruhr

13. Krankenhaus-Umwelttag NRW, Düsseldorf, 09.10.2018

Meschede, S., Vogt, M., Kuhn, S., Seitz, N., Lutz, M.

Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen 11.09.2018

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

A new approach in surface characterization of activated carbon by combination of different measurement techniques

30. Deutsche Zeolith-Tagung, Kiel, 01.03.2018

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

Surface characterization of activated carbon

ACHEMA-Kongress,
14.06.2018

Peinecke, K., Tai, S., Urbanczyk, R., Felderhoff, M., Peil, S.

The influence of syngas on complex sodium aluminium hydride during hydrogenation

16th International Symposium on Metal-Hydrogen Systems,
Guangzhou (China),
28.10. – 2.11.2018

Remco, H.S., Westerink, Albrecht, C.,
Sofranko, A., Stahlmecke, B., Breitenstein, D.,
Pijnenburg, D., Bokkers, B., Schins, R.P.F.,
Heusinkveld, H.J.

N3rvousSystem: A 3R systems biology strategy for human neurotoxicity hazard, risk and safety assessment

Eurotox Conference 2018, Brüssel,
02. – 05.09.2018

Sager, U., Däuber, E., Mölter-Siemens, W.,
Asbach, C.

Capacity and energy efficiency of adsorptive filters for HVAC and compressed air
FILTECH 2018, Köln,
13. – 15.03.2018

Sager, U., Hoyer, A., Quass, U.
Black-Carbon-Immissionen und Holzverfeuerung als Quelle – Stand der Forschung
VDI Expertenforum Feinstaub, DECHEMA e. V., Frankfurt a. M.,
09.10.2018

Schiemann, J.

Qualitätssicherung in der Kühlgeräteverwertung

Remondis AG, Standort Lünen,
10.01.2018

Schiemann, J.

Verwertung von Flachbildschirmen – richtiger Umgang mit Hg

Remondis AG, Standort Lünen,
15.08.2018

Schmittmann, S., Birkmann, F., Pasel, C.,
Luckas, M., Bathen, D.

Adsorption thermodynamics and kinetics of light hydrocarbon traces on microporous adsorbents at low temperatures

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

Schuldt, T., Schmidt, F., Asbach, C.

Analytical approach to calculate the nanoparticle filtration efficiency of polydisperse and nonofibrous filters

FILTECH 2018, Köln,
13. – 15.03.2018

Schuldt, T., Schmidt, F., Asbach, C.

Experimental study of nanoparticle penetration through new, dustloaded and electrically discharged synthetic filter media

FILTECH 2018, Köln,
13. – 15.03.2018

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Harpeng, J., Warnecke, R., Asbach, C.

High-Temperature Sampling and Characterization of Corrosion-Relevant Particles in Waste Incineration Plants

IAC, St Louis, USA,
02. – 07.09.2018

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

Einfluss von Partikel- und Faserladung auf das Abscheideverhalten von Elektretfiltern

ProcessNet-Jahrestreffen Gasreinigung,
Erlangen,
20.02.2018

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

Evaluation of mobile air purifiers under realistic conditions

International Aerosol Conference, Saint Louis, USA,
03.09.2018

Schumacher, S., Jasti, R., Kerner, M.,
Schmidt, K., Hellmann, A., Antonyuk, S.,
Asbach, C.

Filtration efficiency and discharging behavior of electret filters

International Aerosol Conference, Saint Louis, USA,
07.09.2018

Schumacher, S.

Comparison of optical aerosol spectrometers and low-cost photometers for monitoring the particulate exposure at workplaces

Palas-Seminar „PM_{2.5} monitoring – what's next?“, Karlsruhe,
18.09.2018

Sinowzik, L., Mölter-Siemens, W.

SusFil: Sustainable Filtration – Multifunctional nonwoven layers to achieve efficient and sustainable filtration solutions allowing cost-effective processing of compressed air for industrial processes

FILTECH 2018, Köln,
13. – 15.03.2018

Sofranko, A., Wahle, T., Heusinkveld, H.J., Breitenstein, D., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht, C., Schins, R.P.F.

Investigations of the neurotoxic effects of engineered nanoparticles in the mouse brain – The N3RvousSystem project

3. NanoSafety Konferenz, Valletta, Malta,
10. – 11.09.2018

Sofranko, A., Wahle, T., Heusinkveld, H.J., Breitenstein, D., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht, C., Schins, R.P.F.

Investigations of the neurotoxic effects of engineered nanoparticles in the mouse brain – The N3RvousSystem project

NanoTox 2018 – 9th International Conference on Nanotoxicology,
18. – 21.09.2018

Spree, M., Schnurre, S., Primus, P., Kumke, M., Hülser, T.

Pilot Plant Synthesis of Tailored Ceria in a Flame Spray Reactor

ProcessNET 2018, Aachen,
10.09 – 14.09.2018

Stahlmecke, B.

Strategy for monitoring of emission/release in occupational and environmental settings

BIORIMA Stakeholder Workshop – Risk Assessment and Risk Management of Nano-Biomaterials in Medical Applications, Valencia, Spanien,
06.11.2018

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

Fate of Nanomaterials during Waste Incineration

NRW Nanokonferenz, Dortmund,
21. – 22.11.2018

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

Pilot for cost-effective reduction of iodinated contrast media in surface water ecosystems

Water Science for Impact, Wageningen,
16. – 18.10.2018

Teutenberg, T., Türk, J.

Das Labor der Zukunft – Digitalisierung – Miniaturisierung – wirkungsbezogene Analytik

JRF vor Ort: Forschungsstandort Duisburg – neue Impulse für die Wirtschaft, Duisburg,
14.03.2018

Teutenberg, T.

The role of miniaturized LC in the context of the IUTA FutureLab

Thermo Fisher Scientific Focus Group Seminar: HPLC method development and instrumentation of the future, Herrsching,
09.04.2018

Teutenberg, T.

The separation of isobaric species: is it chromatography, ion mobility or mass spectrometry?

Analytica conference 2018, München,
10.04.2018

Teutenberg, T., Gassner, O., Apel, T., Türk, J.

Trends in der Trenntechnik: Miniaturisierung und mehrdimensionale Chromatografie

3. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar, Mülheim an der Ruhr,
12.09.2018

Teutenberg, T., Gassner, O., Apel, T., Türk, J.
Ist die Mikro-LC endlich fit für die Routine?
Praxistag HPLC, Vogel Convention Center,
Würzburg,
20.09.2018

Teutenberg, T.
**Umfassend, single- oder multiple heartcut:
Welches Verfahren ist das „richtige“?**
Zweites 2D-LC/GC Symposium, Frankfurt
a. M.
25.09.2018

Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Merkel,
W., Börgers, A., Türk, J., Bloser, M., Fligge, F.
**Eintrag von Röntgenkontrastmitteln in Ge-
wässer vermeiden – erfolgreiches Pilotvor-
haben in Mülheim an der Ruhr**
Spurenstoffe und Krankheitserreger im Was-
serkreislauf, Frankfurt am Main,
23. – 24.10.2018

Tuerk, J., Thoene, V., Boergers, A., Strehl, C.,
Fligge, F., Bloser, M., Schwesig, D., Merkel,
W.
**Keeping the river clean! Successful pilot to
minimize iodinated contrast media in sur-
face waters in Mülheim an der Ruhr, Ger-
many (the MERK'MAL project)**
XENOWAC II Conference, Limassol, Cyprus,
10. – 12.10.2018

Türk, J.
**Instrumentelle und wirkungsbezogene
Analytik bei der erweiterten Abwasserreini-
gung zur Spurenstoffelimination**
Analytisch-Chemisches Kolloquium, Universi-
tät Duisburg-Essen, Essen,
29.01.2018

Türk, J., Reinders, L.M.H., Kläßen, M.D.,
Jäger, M., vom Eyser, C., Teutenberg, T.
Monoklonale Antikörper & Arbeitsschutz
10. NZW Dresden, Dresden,
16. – 17.06.2018

Türk, J.
**Mikroplastik in Gewässern und Kläran-
lagen**
DWA-Erfahrungsaustausch Betriebsleiter gro-
ßer Kläranlagen, Paderborn
30.10.2018

Türk, J.
**Eintragspfade und Reduktion von Spuren-
stoffen aus dem Wasserkreislauf**
Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen
2. Beiratssitzung „Haus- und Grundstücksent-
wässerung“, Düsseldorf,
28.11.2018

Vogt, M., Hülser, T.
**Nanoskalige Sauerstoff-Carrier für die Ver-
brennung gasförmiger Brennstoffe**
ProcessNET 2018, Aachen, Deutschland,
10.09 – 14.09.2018

Vogt, M.
**Ermittlung der technischen und wirtschaft-
lichen Voraussetzungen für den Betrieb
von chemischen Speichertechnologien in
einem Unternehmensverbund**
14. Sitzung des VIK-Arbeitskreis Energieeffizi-
ente Standortversorgung Industrie, Leer
19. April 2018

Werres, T., Leonhardt, J., Jäger, M., Teuten-
berg, T.
**When mass spectrometry fails: The sepa-
ration of small isomeric species by liquid
chromatography and ion mobility**
32nd International Symposium of Chromatog-
raphy, Cannes, Frankreich,
24.09.2018

4.2 Veröffentlichungen 2018

Asbach, C., Hellack, B., Schumacher, S., Bässler, M., Spreitzer, M., Pohl, T., Weber, K., Monz, C., Bieder, S., Schultze, T., Todea, A.M.

Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen kostengünstiger Feinstaubsensoren

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 78 (6), 242-250
2018

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

Generation of fine and ultrafine particles during braking and possibilities for their measurement

XXXVII. Internationales μ -Symposium 2018, Bremsen-Fachtagung (Ed. Ralph Mayer), Springer Vieweg Berlin, ISBN 978-3-662-58023-3, 143-164, 2018

Bau, S., Toussaint, A., Witschger, O., Gensdarmes, F., Todea, A.M., Asbach, C., Monz, C., Thomas, D.

Combining NSAM and CPC concentrations to determine airborne nanoparticle count median diameter: application to various laboratory and workplace aerosols

J. Occup. Environ. Hyg. 15(6), 492-501, 2018

Berg, F., Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Eckardt, T., Bathen, D.

Load-Dependent Heat of Adsorption of C₆-Hydrocarbons on Silica Alumina Gel – a Comparison of Methods

Mic. & Mes. Mat. 264 (2018), S. 208-217

Berg, F., Gohlke, K., Pasel, C., Luckas, M., Eckardt, T., Bathen, D.

Single and Binary Mixture Adsorption Behavior of Heavy Hydrocarbons on Silica Alumina Gel

Ind. & Eng. Chem. Res. 57 (2018) 48, S. 16451-16463

Bettermann, H., Erk, T., Linden, A., Plänker, C., Seljutin, J., Schneiderwind, U., Finger, H. und Asbach, C.

Entwicklung eines neuen Detektors zur Bestimmung des Nutzungsdauerendes von Filtern in Schutzbelüftungsanlagen

Filtern & Separieren, Heft 4/2018, S. 277-282

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

Adsorption Thermodynamics and Kinetics of Light Hydrocarbons on Microporous Activated Carbon over a Temperature Range from -80 °C to +60 °C

Ind. & Eng. Chem. Res. 57 (2018) 23 S. 8023-8035

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

UV-spectroscopic properties of main ionic species in natural waters

Water Practice and Technology 13 (2018) 4, S. 879-892

Escher, B.I., Aït-Aïssa, S., Behnisch, P.A., Brack, W., Brion, F., Brouwer, A., Buchinger, S., Crawford, S.E., Du Pasquier, D., Hamers, T., Hettwer, K., Hilscherová, K., Hollert, H., Kase, R., Kienle, C., Tindall, A.J., Tuerk, J., van der Oost, R., Vermeirssen, E., Neale, P.A.

Effect-based trigger values for in vitro and in vivo bioassays performed on surface water extracts supporting the environmental quality standards (EQS) of the European Water Framework Directive

Sci Total Environ. 628-629, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.340, 748-765, 2018

Hennig, F., Quass, U., Hellack, B., Küpper, M., Kuhlbusch, T.A.J., Stafoggia, M., Hoffmann, B.

Ultrafine and Fine Particle Number and Surface Area Concentrations and Daily Cause-Specific Mortality in the Ruhr Area, Germany, 2009 – 2014

Environmental Health Perspectives
<https://doi.org/10.1289/EHP2054>

Hund-Rinke, K., Schlich, K., Kühnel, D., Hellack, B., Kaminski, H., Nickel, C.

Grouping concept for metal and metal oxide nanomaterials with regard to their ecotoxicological effects on algae, daphnids and fish embryos

NanoImpact 9, 52-60, 2018

Iavicoli, I., Fontana, L., Pingue, P., Todea, A.M., Asbach, C.

Assessment of occupational exposure to engineered nanomaterials in research laboratories using personal monitors

Science of the Total Environment 15, 689-702, 2018

Itzel, F., Jewell, K.S., Leonhardt, J., Gehrmann, L., Nielsen, U., Ternes, T.A., Schmidt, T.C., Tuerk, J.

Comprehensive analysis of antagonistic endocrine activity during ozone treatment of hospital wastewater

Sci Total Environ. 624 doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.181, 1443-1454, 2018

Kerner, M., Schmidt, K., Hellmann, A., Schumacher, S., Pitz, M., Asbach, C., Ripperger, S., Antonyuk, S.

Numerical and experimental study of submicron aerosol deposition in electret microfiber nonwovens

Journal of Aerosol Science 122, 32-44, 2018

Knoop, O., Itzel, F., Tuerk, J., Lutze, H.V., Schmidt, T.C.

Endocrine effects after ozonation of tamoxifen

Sci Total Environ.: 622-623 doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.286, 71-78, 2018

König, C., Schmidt, F., Engelke, T.

Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und Beaufschlagung mit Wassertröpfchen

Chem. Ing. Tech. 90 (2018) 7, S. 1-7

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

Synthesis of silicon nanoparticles in a pilot-plant-scale microwave plasma reactor: Impact of flow rates and precursor concentration on the nanoparticle size and aggregation

Powder Technology, Vol. 342, online Oct. 2018, pp 880-886

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

Efficiency of an Indoor Air Cleaner in an Office

Aerosol and Air Quality Research (in preparation), 2018

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

Die Durchführung von Adsorptions-Filtertests gemäß DIN EN ISO 10121 – Teil 1: Adsorptionsversuche an Filtermedien

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 78(11/12), 466-474, 2018

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 (accepted for publication), 2018

Lutze, H.V., Koti, M., Türk, J., Schmidt, T.C.

Die Rolle der Realmatrix in der oxidativen Wasseraufbereitung

gwf – Wasser – Abwasser 159(10), 10-12, 2018

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

Cutting fluid emissions in grinding processes: Influence of process parameters on particle size and mass concentration

The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,
<https://doi.org/10.1007/s00170-018-2934-5>, 2018

Metzelder, F., Funck, M., Schmidt, T.C.

Sorption of Heterocyclic Organic Compounds to Multiwalled Carbon Nanotubes

Environ. Sci. Technol. 2018, 52, 628-637, 2018

Metzelder, F., Funck, M., Hüffner, T., Schmidt, T.C.

Comparison of Sorption to Carbon-Based Materials and Nanomaterials Using Inverse Liquid Chromatography

Environ. Sci. Technol. 2018, 52, 9731-9740, 2018

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

System identification method for brake particle emission measurements of passenger car disc brakes on a dynamometer

SAE Technical Paper 2018-01-1884, doi:10.4271/2018-01-1884, 2018

Reinders, L.M.H., Kläßen, M.D., Jaeger, M., Teutenberg, T., Tuerk, J.

Development of an analytical method to assess the occupational health risk of therapeutic monoclonal antibodies using LC-HRMS

Anal. Bioanal. Chem. 410(11) doi: 10.1007/s00216-018-0966-1, 2829-2836, 2018

Schmidt, T.C., Sures, B., Dopp, E., Türk, J.
Mikroschadstoffe aus Abwasser entfernen – Wie messe ich den Erfolg?

UNIKATE 51, Herausforderung Wasserforschung. 2018, Universität Duisburg-Essen, Wissenschaftsverlag, Essen, 86-93, 2018

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

Performance of new and artificially aged electret filters in indoor air cleaners

Chemical Engineering & Technology 41(1), 27-34, 2018

Schumacher, S., Jasti, R., Asbach, C.

Einfluss von Entladungsmethode und Aerosolmaterial auf die Abscheideeffizienz von Elektretfiltern

Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 78 (7/8), 316-332, 2018

Shandilya, N., Ligthart, T., van Voorde, I., Stahlmecke, B., Clavaguera, S., Philippot, C., Ding, Y., Goede, H.

A nanomaterial release model for waste shredding using a Bayesian belief network

J. Nanopart. Res. (2018), 20:33

Spree, M., Schnurre, S., Primus, P., Kumke, M., Hülser T.

Pilot-Plant Synthesis of Tailored Ceria in a Spray-Flame Reactor

Chemie Ingenieur Technik, Volume 90, Issue 9, 1198-119

Sun, J., Birmili, W., Hermann, M., Tuch, T., Weinhold, K., Spindler, G., Schladitz, A., Bastian, S., Löschau, G., Cyrus, J., Gu, J., Flentje, H., Briel, B., Asbach, C., Kaminski, H., Ries, L., Sohmer, R., Gerwig, H., Wirtz, K., Wiedensohler, A.

Variability of Black Carbon Mass Concentrations, Sub-micrometer Particle Number Concentrations and Size Distributions: Results of the German Ultrafine Aerosol Net-work Ranging from City Street to High Alpine Locations

Atmospheric Environment. 202. 10.1016/j.atmosenv.2018.12.029; (2018)

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.

Basics of 2D-LC – When it Gets Really Complex

G.I.T. Laboratory Journal 1/2018, 41-43, 2018

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.
Der Detektor – universell oder selektiv?

G.I.T. Labor-Fachzeitschrift 2/2018, 37-39, 2018

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.

The Column – The Heart of Chromatography

G.I.T. Laboratory Journal 1/2018, 44-46, 2018

Vogt, M., Hülser, T.

Nanoskalige Sauerstoff-Carrier für die Verbrennung gasförmiger Brennstoffe

Chem. Ing. Tech. 2018, 90, No. 9, 1202

Werres, T., Leonhardt, J., Jäger, M., Teutenberg, T.

Critical Comparison of Liquid Chromatography Coupled to Mass Spectrometry and Three Different Ion Mobility Spectrometry Systems on Their Separation Capability for Small Isomeric Compounds

Chromatographia,

<https://doi.org/10.1007/s10337-018-3640-z>
 2018

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

N3rvousSystem: A 3R systems biology strategy for human neurotoxicity hazard, risk and safety assessment

Toxicology Letters, Vol. 295, S1, 2018, pp S27-S28, (veröffentlichter Abstract zur Eutox Conference)

4.3 Poster 2018

Albert, R., Urbanczyk, R., Felderhoff, M.
Heat transfer in metal hydrides for energy storage application – Observation of unexpected results

16th International Symposium on Metal-Hydrogen Systems,
Guangzhou (China),
28.10. – 2.11.2018

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

Adsorption von elementarem Quecksilber aus diskontinuierlichen Abluftströmen im Festbett

ProcessNet-Fachgruppe „Gasreinigung“,
Erlangen,
20.02.2018

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

Adsorption von elementarem Quecksilber aus diskontinuierlichen Abluftströmen

30. Deutsche Zeolith-Tagung, Kiel,
01.03.2018

Asbach, C., Spreitzer, M., Bässler, M., Schultze, T., Monz, C., Lindermann, J., Kaminski, H., Hellack, B., Todea, A.M.

Possibilities and limitations of low cost PM sensors

5th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Cassino, Italy,
18. – 20.04.2018

Asbach, C., Stahlmecke, B., Spreitzer, M., Bässler, M., Schultze, T., Monz, C., Lindermann, J., Kaminski, H., Hellack, B., Todea, A.M.

Possibilities and limitations of low cost PM sensors

1st European Exposure Science Strategy Workshop, ISES Europe 2018, Dortmund
19. – 20.06.2018

Asbach, C., Nasrabadi, A. M., Nickel, C., Todea, A. M., Lacome, J.-M., Debray, B., Aguerre-Chariol, O., Kuenen, J., Manders-Groot, A.

Impact of emissions of airborne TiO₂ ENM on atmospheric NO₂ concentrations

NanoSafe 2018, Grenoble, France,
05. – 09.11.2018

Bahners, T., Tsarkova, L., Neudeck, A.G., Opiolka, S., Gebert, B., Gutmann, J.S.

Textile Capacitors – Charge Storage in Photo-Polymerized Organic Thin-Layers

Aachen Dresden Denckendorf International Textile Conference, Aachen,
29. – 30.11.2018

Bankodad, A., Hugo, A., Meeßen, J., Wehrl, M.

Hygieneüberwachung raumluftechnischer Anlagen (RLT) mittels ion jelly-Detektor

Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi),
Berlin,
07.06.2018

Bätz, N., Itzel, F., Gehrmann, L., Schmidt, T.C., Türk, J.

Agonistic and Antagonistic Effects. Ozonisation and Biological Post-Treatment

Mülheimer Wasseranalytisches Seminar (MWAS), Mülheim an der Ruhr,
12. – 13.09.2018

Bätz, N., Itzel, F., Gehrmann, L., Schmidt, T.C., Türk, J.

Agonistic and Antagonistic Effects. Ozonisation and Biological Post-Treatment

XENOWAC, Limassol, Zypern,
10. – 12.10.2018

Bittig, M., Posch T., Klöfer, I., Grüning, F., Ambrosy, J., Haep, S., Bathen, D.

Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen

VDI-Tagung „Emissionsminderung“, Nürnberg,
12.06.2018

Blauth, F.

Results from 5 Years Experiences in Membrane Autopsy

Membrane Poster Day, Leuven,
05.06.2018

Börger, A., Türk, J., Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Merkel, W., Bloser, M., Fligge, F.

Rückhalt von Röntgenkontrastmitteln an der Quelle Phase I – Erfolgreiche Demonstration in Mülheim

Umwelt 2018, Münster,
10. – 12.09.2018

Busch, M., Kämpfer, A.A.M., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht, C., Schins, R.P.F.
Digestion Simulation for Nanoparticle Toxicity Testing: Particle Characterization and In-vivo In-vitro Comparison
NRW Nanokonferenz, Dortmund,
21. – 22.11.2018

Dircks, S., Börgers, A., Lambert, S., Vreuls, C., Türk, J.
Entwicklung eines erweiterten photokatalytischen Oxidationsverfahrens zur Reduzierung von Spurenstoffen aus kommunalen und industriellen Abwässern
DECHEMA-Tagung: Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf, Frankfurt am Main
23. – 24.10.2018

vom Eyser, C., Reinders, L.M.H., Klaßen, M.D., Jaeger, M., Teutenberg, T., Tuerk, J.
Development of an analysis method to assess the occupational risk dealing with therapeutic monoclonal antibodies using liquid chromatography and high-resolution mass spectrometry (LC-HRMS)
11th World Meeting on Pharmaceuticals, Biopharmaceuticals and Pharmaceutical Technology, Granada, Spanien,
19. – 22.03.2018

Gehrmann, L., Chamas, A., Jähne, M., Giersberg, M., Hettwer, K., Uhlig, S., Simon, A., Kunze, G., Türk, J.
Kopplung der HPTLC mit hormonsensitiven Arxula adenivorans Biosensoren und Fluoreszenzdetektion zur Analyse estrogen- und gestagenwirksamer Substanzen in Abwässern
Wasser 2018, Papenburg
07. – 09.05.2018

Hoyer, A., Schnurre, S., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Hülser, T., Haep, S.
Optimierte Nassabscheidung von Nanomaterialien zur Herstellung prozessierbarer Dispersionen mittels Mehrphasensimulation
Jahrestreffen ProcessNet, Erlangen,
19. – 20.02.2018

Hülser, T. et al.
Spray-Flame Synthesis on the Pilot Plant Scale: A new Approach to Generate Metal Oxide Particles for Industrial Applications
NRW Nanokonferenz, Dortmund,
21. – 22.11.2018

Itzel, F., Bätz, N., Hohrenk, L., Gehrmann, L., Schmidt, T.C., Türk, J.
Bewertung einer biologischen Stufe im Anschluss an die Ozonung zur erweiterten Abwasserbehandlung
Umwelt 2018, Münster,
10. – 12.09.2018

Klaßen, M.D., Reinders, L.M.H., Jaeger, M., Teutenberg, T., Tuerk, J.
Development of an analytical method to assess the occupational health risk of therapeutic monoclonal antibodies using liquid chromatography and high resolution mass spectrometry (LC-HRMS)
4th European Conference of Oncology Pharmacy, Nantes, Frankreich,
24.10 – 26.10.2018

Klöfer, I., Bittig, M., Grüning, F., Posch, T., Haep, S., Bathen, D.
Grundlagen zur Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber
VDI-Tagung „Emissionsminderung 2018“, Nürnberg,
12. – 13.06.2018

Kunze, F. et al.
Synthesis of silicon nanoparticles in a low pressure microwave plasma reactor on a pilot plant scale: Characterization of particle growth and influence of different process conditions on particle characteristics
NRW Nanokonferenz, Dortmund,
21. – 22.11.2018

Ligotski, R., Sager, U., Asbach, C., Schmidt, F.
Determination and Prediction of VOC Adsorption Performance Data of Activated Carbon Based Filter Media for Indoor Air Purification
InterPore 2018, New Orleans, USA,
14. – 17.05.2018

Meschede, S., Vogt, M., Kuhn, S., Seitz, N., Lutz, M.

Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen
11. – 13.09.2018

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

Ein neuer Ansatz zur Charakterisierung von Aktivkohlen

ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
12.09.2018

Nasrabadi, A.M., Demirel, T., Nickel, C., Todea, A.M., Asbach, C.

Reduction of NO₂ by airborne TiO₂ nanoparticles under UV-light exposure

8. NRW Nano-Konferenz, Dortmund,
21. – 22.11.2018

Nasrabadi, A.M., Demirel, T., Nickel, C., Todea, A.M., Asbach, C.

Degradation of NO₂ by using TiO₂ nanoparticle in the presence of UV-light

Aerosol Technology, AT2018, Bilbao, Spain,
18. – 20.06.2018

Nickel, C., Herrchen, M., Hund-Rinke, K., Kühnel, D., Schwirn, K., Kuhlbusch, T.A.J., Asbach, C.

Grouping of nanomaterials regarding their fate in the environment

SETACEurope 28th Meeting, Rome, Italy,
13. – 17.05.2018

Nickel, C., Herrchen, M., Meisterjahn, B., Kühnel, D., Schwirn, K., Hellack, B., Asbach, C., Hund-Rinke, K.

Considerations of nanomaterials environmental fate to support grouping and environmental risk prediction

SETACEurope 28th Meeting, Rome, Italy,
13. – 17.05.2018

Peinecke, K., Tai, S., Urbanczyk, R., Felderhoff, M., Peil, S.

The influence of syngas on complex metal hydride during hydrogenation

WHEC 2018, Rio de Janeiro, Brasilien,
17.06. – 22.06.2018

Reinders, L.M.H., Klaßen, M.D., Jäger, M., Teutenberg, T., Türk, J.

Development of an analysis method to assess the occupational risk dealing with therapeutic monoclonal antibodies using liquid chromatography and high-resolution mass spectrometry (LC-HRMS)

23. Kongress der EAHP, Göteborg, Schweden,
21. – 23.03.2018

Sager, U., Jeguirim, M., Däuber, E., Limousy, L., Bennici, S., Matei Ghimbeu, C., Ligotski, R., Schmidt, F.

NO_x adsorption performance of different charcoals physically activated with water vapour

Carbon 2018, Madrid, Spanien,
01. – 06.07.2018

Schmittmann, S., Birkmann, F., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.

Adsorption of light hydrocarbons at trace level concentrations on microporous adsorbents in a temperature range of -80 °C to 20 °C

30. Deutsche Zeolith-Tagung, Kiel,
1.03.2018

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

Filtration efficiency and aging of electret filters

FILTECH 2018, Köln,
13. – 15.03.2018

Schumacher, S., Jasti, R., Asbach, C.

Influence of discharging method and aerosol material on the results from standardized tests for electret filters

Aerosol Technology, Bilbao, Spain,
18. – 20.06.2018

Sofranko, A., Wahle, T., Heusinkveld, H.J., Breitenstein, D., Stahlmecke, B., Hellack, B., Albrecht, C., Schins, R.P.F.

Investigations of the neurotoxic effects of engineered nanoparticles in the mouse brain – The N3RvousSystem project

3rd German Pharm-Tox Summit, DGPT-Tagung,
26.02. – 01.03.2018

Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Merkel, W., Börgers, A., Türk, J., Bloser, M., Fligge, F.
Rückhalt von Röntgenkontrastmitteln an der Quelle Phase I – Erfolgreiche Demonstration in Mülheim

Fachtagung Arzneistoffe und Mikroschadstoffe in Gewässern, Düsseldorf,
 18. – 19.06.2018

Thöne, V., Strehl, C., Schwesig, D., Merkel, W., Börgers, A., Türk, J., Bloser, M., Fligge, F.
Projekt MERK´MAL Phase II – Ausweitung auf das Kern-Einzugsgebiet der Ruhr

Fachtagung Arzneistoffe und Mikroschadstoffe in Gewässern, Düsseldorf,
 18. – 19.06.2018

Todea, A.M., Bässler, M., Monz, C., Kaminski, H., Asbach, C.

Applicability of optical aerosol spectrometers and photometers for the surveillance of workplace exposure concentrations

5th Working & Indoor Aerosols Conference, Cassino, Italien,
 18. – 20.04.2018

Todea, A.M., Stahlmecke, B., Bässler, M., Monz, C., Kaminski, H., Asbach, C.

Applicability of optical aerosol spectrometers and photometers for the surveillance of workplace exposure concentrations

1st European Exposure Science Strategy Workshop, ISES Europe 2018, Dortmund,
 19. – 20.06.2018

Weimann, J., Schmidt, F., Hugo, A., Mayer-Gall, T.

Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien

Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Gasreinigung, Erlangen
 19.02.2018 – 20.02.2018

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen

Vom Eyser, C., Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung.

Außenkontamination – Realität und Konsequenzen

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining
 Zytostatika, Hamburg,
 16. – 17.11.2018

Vom Eyser, C., Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining
 Zytostatika, Hamburg,
 16. – 17.11.2018

Vom Eyser, C.

Workshop: Effektive Reinigung belasteter Oberflächen und Materialien (inkl. praktische Übungen)

10. NZW Dresden, Dresden,
 15. – 16.06.2018

Hellack, B.

Existing approaches for exposure assessment – Tiered approaches for assessing exposure and risks at workplaces for nanomaterials

1st BIORIMA Training School, Venice,
 16. – 20.04.2018

Hoyer, A.

Black Carbon: Untersuchungen der standortspezifischen Korrelation mit PM₁₀ und PM_{2,5} sowie zeitliche und räumliche Variation in Deutschland

Fachgespräch zu Black Carbon und Holzfeuerung, Dessau,
 16.05.2018

Schiemann, J.

Verwertung von Flachbildschirmen – richtiger Umgang mit Hg

Schulung bei Remondis AG, Standort Neumünster,
 13.12.2018

Türk, J.

Einführung in die HPLC-MS

Klinkner & Partner Seminar analytica special Seminar „LC-MS-Kopplung“, Analytica conference 2018, München,
 11.04.2018

Türk, J.

LC-MS in der Praxis

Klinkner & Partner Seminar analytica special Seminar „LC-MS-Kopplung“, Analytica conference 2018, München, 11.04.2018

Türk, J.

Applikationsbeispiele und Auswertung

Klinkner & Partner Seminar analytica special Seminar „LC-MS-Kopplung“, Analytica conference 2018, München, 11.04.2018

Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung. Außenkontamination – Realität und Konsequenzen

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 20. – 21.04.2018

Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 20. – 21.04.2018

Türk, J.

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung. Außenkontamination – Realität und Konsequenzen

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 01. – 02.06.2018

Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 01. – 02.06.2018

Türk, J.

LC-MS: Einführung und Anwendung

Phenomenex LC-MS Fortbildungsseminar, Aschaffenburg, 19.06.2018

Türk, J.

LC-MS Methodenentwicklung und MS-Messmodi

Phenomenex LC-MS Fortbildungsseminar, Aschaffenburg, 19.06.2018

Türk, J.

Quantifizierung und Matrixeffekte

Phenomenex LC-MS Fortbildungsseminar, Aschaffenburg, 19.06.2018

Türk, J.

Non-Target Screening Applikationsbeispiele und Abschlussdiskussion

Phenomenex LC-MS Fortbildungsseminar, Aschaffenburg, 19.06.2018

Türk, J.,

Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung. Außenkontamination – Realität und Konsequenzen

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 07. – 08.09.2018

Türk, J.

Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 07. – 08.09.2018

Türk, J.

Grundlagen der LC-MS-Kopplung – Qualifizierung und Quantifizierung

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam, 23. – 24.10.2018

Türk, J.

LC-MS in der Praxis

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam, 23. – 24.10.2018

Türk, J.

Applikationsbeispiele und Auswertung

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam, 23. – 24.10.2018

Türk, J.

Leistungsdaten und Gerätequalifizierung

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam,
23. – 24.10.2018

Türk, J.

Methodenentwicklung und Besonderheiten

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam,
23. – 24.10.2018

Türk, J.

Strategien zur Quantifizierung und Substanzidentifizierung

Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS-Kopplung“, Potsdam,
23. – 24.10.2018

Türk, J.

Praxis: „Aseptische Zubereitungsprozesse von nicht toxischen Parenteralia in Apotheken und Herstellbetrieben“

Berner Praxisseminar Sicherheitstraining
Zytostatika, Hamburg,
30.11. – 01.12.2018

4.5 IGF-Forschungsberichte

Im Jahr 2018 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: Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs- und Umwelttechnik e.V. (DVEU)
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19111 N
Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen
Laufzeit: 01.04.2016 – 31.03.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Verein zur Förderung innovativer Verfahren in der Logistik e. V. – Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (IfKU)
IUTA

Forschungsvereinigung: Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18560 N
ECO₂ – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO₂-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung
Laufzeit: 01.01.2015 – 31.05.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg
IUTA

AiF-Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 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 Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Institut für Mikroelektronik, Stuttgart

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19073 N
Entwicklung einer Methode zur Planung kostenoptimaler Produktionsprogramme unter gezielter Nutzung von Lagerbeständen als Speicher von im Produktionsprozess umgesetzter Energie
Laufzeit: 01.03.2016 – 31.03.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
IUTA

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18515 BG
Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen
Laufzeit: 01.12.2014 – 31.08.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Leipzig, Institut für Technische Chemie
IUTA

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17738 N
Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical Looping Verbrennung unter Verwendung nanoskaliger O₂-Carrier
Laufzeit: 01.04.2015 – 31.03.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
IUTA

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 19286 N
Entwicklung eines IT-Tools für KMU zur Einführung und Umsetzung von digitalen Employer Branding Methoden zur Steigerung der Arbeitgeberattraktivität
Laufzeit: 01.01.2017 – 30.06.2018
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18471 N
Entwicklung eines kompakten μ DMFC-Moduls mit integrierter Stofftrennung
 Laufzeit: 01.01.2015 – 31.03.2018
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH,
 Duisburg
 Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Mikroverfahrenstechnik
 Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18803 N
Entwicklung eines optimierten mikrofluidischen Messsystems für Stoffdaten zur Flüssig-flüssig-Extraktion
 Laufzeit: 01.10.2015 – 31.03.2018
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
 RWTH Aachen, Konstruktion und Entwicklung von Mikrosystemen

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18224 N
Entwicklung eines standardisierten Prüfverfahrens zur Beurteilung des Schadensverhaltens von Membran-Elektroden-Einheiten von PEM-Brennstoffzellen unter zyklischer Frost-Tau-Wechselbelastung
 Laufzeit: 01.07.2014 – 31.08.2017
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH,
 Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18437 BG
Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme
 Laufzeit: 01.01.2015 – 30.09.2017
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH,
 Duisburg
 Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS
 Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18436 N
Erarbeitung von Handlungsanweisungen zum Design und zur Durchströmung von PEM-Brennstoffzellen für einen effektiven Wasseraustrag
 Laufzeit: 01.01.2015 – 31.03.2018
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH,
 Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18861 N
Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie (TRENN-DEKT⁴)
 Laufzeit: 01.10.2015 – 31.03.2018
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Universität Duisburg-Essen, Applied Analytical Chemistry
 IUTA

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18516 N
Evaluierung und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filtermedien und Einrichtungen zur Reinigung der Gasphase für die allgemeine Raumlüftung
 Laufzeit: 01.12.2014 – 30.11.2017
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie
 IUTA

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“
 IGF-Forschungsvorhabensnummer: 18743 BR
Hochselektive Adsorbentien für die Festphasenextraktion von Edelmetallen aus Prozess- und Recyclingwässern
 Laufzeit: 01.06.2015 – 31.05.2018
 Beteiligte Forschungsstelle(n):
 Universität Potsdam, Institut für Chemie, AK Holdt
 Institut für Nichtklassische Chemie e.V. an der Universität Leipzig

AiF-Forschungsvereinigung: „Energie- und Umwelttechnik“

IGF-Forschungsvorhabennummer: 18298 N

**Verfahrenstechnische Optimierung der
sprayflammengestützten Partikelsynthese
zur Herstellung von Eisenoxid-Nanoparti-
keln mittels in-situ Laserdiagnostik**

Laufzeit: 01.05.2015 – 30.04.2018

Beteiligte Forschungsstelle(n):

Universität Duisburg-Essen, Institut für Ver-
brennung und Gasdynamik, Reaktive Fluide

Universität Duisburg-Essen, Institut für Ver-
brennung und Gasdynamik, Fluidodynamik

IUTA

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

... der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ im Jahr 2018

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit	
			Anfang	Ende
15 EWN	Entwicklung von Lithium-Schwefel-Batterien auf Basis polymerummantelter Li_2S -Kathodenmaterialien und innovativer Silizium-Anoden	ZBT, AOC Uni Köln, ET UDE	01.04.2017	30.09.2019
22 EWBG	Entwicklung von Membran-Elektroden-Einheiten für die alkalische Elektrolyse auf Basis ionenleitender poröser Keramikmembranen	ZBT, INP Greifswald	01.04.2017	30.09.2019
202 EN	Assessment of Advanced Photocatalytic Oxidation Process for Micropollutant Elimination in Municipal and Industrial Waste Water Treatment Plants	IUTA	01.09.2017	31.08.2019
17738 N	Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical Looping Verbrennung unter Verwendung nanoskaliger O_2 -Carrier	IUTA	01.04.2015	31.03.2018
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	31.05.2019
18298 N	Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflam-mengestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels in-situ Laserdiagnostik	IUTA, IVG UDE, IVG UDE	01.05.2015	30.04.2018
18436 N	Erarbeitung von Handlungsanweisungen zum Design und zur Durchströmung von PEM-Brennstoffzellen für einen effektiven Wasseraustrag	ZBT	01.01.2015	31.03.2018
18471 N	Entwicklung eines kompakten μDMFC -Moduls mit integrierter Stofftrennung	ZBT, IMVT KIT, Kautschuktechnologie	01.01.2015	31.03.2018
18593 N	Entwicklung und Anwendung eines funktionsintegrierten Microactors auf Basis ionischer Polymer-metal composite	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
18743 BR	Hochselektive Adsorbentien für die Festphasenextraktion von Edelmetallen aus Prozess- und Recyclingwässern	AOC Uni P, INC	01.06.2015	31.05.2018
18771 N	Entwicklung einer Crossover-freien Micro-Direkt-Methanol-Brennstoffzelle auf Basis mikroelektromechanischer Systeme	ZBT, IMS CHIPS	01.07.2015	30.06.2018
18795 N	Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit mikrostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation	FhG UMSICHT, LTV Uni Kaiserslautern	01.08.2015	31.07.2018
18803 N	Entwicklung eines optimierten mikrofluidischen Messsystems für Stoffdaten zur Flüssig-flüssig-Extraktion	LTT RWTH Aachen, KeMikro RWTH	01.10.2015	31.03.2018
18861 N	Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie (TRENN-DEKT ⁴)	IUTA, AAC UDE	01.10.2015	31.03.2018
18795 N	Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit mikrostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation	FhG UMSICHT, LTV Uni Kaiserslautern	01.08.2015	31.07.2018
18941 N	Schnellstart: Entwicklung eines Verfahrens zum gezielten Vorheizen einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle mit minimalem Energieaufwand	ZBT, LRT-7 Uni München	01.01.2016	30.09.2018

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit	
			Anfang	Ende
19051 N	Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen	ET UDE, ZBT	01.02.2016	31.01.2019
19073 N	Entwicklung einer Methode zur Planung kosten-optimaler Produktionsprogramme unter gezielter Nutzung von Lagerbeständen als Speicher von im Produktionsprozess umgesetzter Energie	IPH Hannover, IUTA	01.03.2016	31.03.2018
19074 N	Entwicklung einer in situ Sulfidbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chem kalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen	TVT UDE, IUTA	01.03.2016	28.02.2019
19108 BG	Entwicklung eines Ultraschallsensors und Erarbeitung von Simulationsmodellen zur Untersuchung von magnetohydraulischen Strömungen in Zink-Slurry-Batterien	ZBT, PMP TU D	01.04.2016	31.12.2018
19109 N	Steigerung der Energieeffizienz der Drucklufttechnik	ZBT, SM BCI TU Dortmund, IUTA	01.07.2016	31.12.2018
19119 N	Weiterentwicklung der thermochemischen Rekuperation für Blockheizkraftwerke hinsichtlich Effizienzsteigerung und Emissionsminderung	ZBT, IVG UDE	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	30.09.2019
19145 N	Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter	IUTA, MVT Uni KL	01.09.2016	31.07.2019
19146 N	Energielabeling für Adsorptionsfilter: Erarbeitung von Kenngrößen zur Einstufung von Adsorptionsfiltern hinsichtlich Energieverbrauch und Abscheideleistung	IUTA	01.01.2017	31.12.2018
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	30.06.2019
19286 N	Entwicklung eines IT-Tools für KMU zur Einführung und Umsetzung von digitalen Employer Branding Methoden zur Steigerung der Arbeitgeberattraktivität	LSO TU München, BWL TU München	01.01.2017	30.06.2018
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 mit Hilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronen Spin Resonanz (ESR) Spektrometrie	IUTA	01.03.2017	31.08.2019
19526 BG	Entwicklung poröser papiertechnisch hergestellter Titan-Stromverteiler für die PEM-Elektrolyse	ZBT, FhG IFAM, PTS-IZP	01.05.2017	31.10.2019
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	31.10.2019
19650 BG	Modifikation und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Deaktivierung und Wirtschaftlichkeit	IUTA, TAC Leipzig	01.09.2017	31.08.2019

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit	
				Anfang	Ende
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	31.12.2019
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	29.02.2020
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	31.12.2019
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	31.01.2020
19977	N	Verhalten von Adsorptionsfiltern und -medien für die Raumlufttechnik gegenüber innenraumrelevanten Schadstoffen während der Betriebsdauer	NPPT UDE, IUTA	01.02.2018	31.01.2020
20073	BG	Entwicklung innovativer Trennphasen für rein wässrige flüssigkeitschromatografische Anwendungen auf Basis von Perlcellulose	IUTA, FhG IAP	01.11.2018	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

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit	
			Anfang	Ende
20254 N	Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Elektrofiltern in der Raumluftechnik unter besonderer Berücksichtigung der Energieeffizienz	IVG UDE, IUTA	01.11.2018	31.10.2020

Forschungsprojekte anderer Forschungsvereinigungen mit Beteiligung des IUTA im Jahr 2018

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	30.09.2019
18307 N	Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung deren Beständigkeit durch Oberflächenmodifikation	NPPT UDE, DTNW, IUTA	01.01.2016	31.12.2018
18560 N	ECO ₂ – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO ₂ -Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung	FG Kalk, IUTA, icbm	01.01.2015	31.05.2018
19095 N	Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumluftechnik 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
19111 N	Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen	IfKU vvl, IUTA	01.04.2016	31.03.2018
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	31.08.2019

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
AAC UDE	Universität Duisburg-Essen, Applied Analytical Chemistry
AOC Uni Köln	Universität Köln, 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
DTNW	Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V.
ET UDE	Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik
FEM	Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, fem
FG Ka k	Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
FhG IAP	Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung, IAP
FhG IFAM	Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, IFAM
FhG IKTS	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme, IKTS
FhG UMSICHT	Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik, UMSICHT
FT Mittweida	Hochschule Mittweida (FH), Fachgruppe Fertigungstechnik
FT UDE	Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE – Fertigungstechnik
HSG IMIT	Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
IAC UDE	Universität Duisburg-Essen, Instrumentelle Analytische Chemie
icbm	Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg
IfKU vvl	Verein zur Förderung innovativer Verfahren in der Logistik e. V., Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik (IfKU)
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)
IOC HMGU	Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Institut für Ökologische Chemie (IOC)
IPC HHU	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Physikalische Chemie, Flüssigphasen-Laserspektroskopie
IPH Hannover	Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
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
Kautschuktechnologie	Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.
KeMikro RWTH	RWTH Aachen, Konstruktion und Entwicklung von Mikrosystemen
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
LTT RWTH Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
LTV Uni Kaiserslautern	Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
MPI KF	Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI)
MVT BTU	Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik
MVT Uni KL	Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
MX Uni Saarland	Universität des Saarlandes, Physikalische Chemie
NEXT ENERGY	DLR-Institut für vernetzte Energiesysteme e.V., Oldenburg
NPPT UDE	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie
OWI	Oel-Wärme-Institut gGmbH
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-PTI
SM BCI TU Dortmund	Universität Dortmund, Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl Strömungsmechanik
TAC Leipzig	Universität Leipzig, Institut für Technische Chemie

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
TIM Rwth Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement
TITV	Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e. V.
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	Forschungsinstitut für Reinigungstechnologie e.V.
WI Uni P	Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government
WiRecht U Paderborn	Universität Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftsrecht
ZBT	Zentrum für Brennstoffzellentechnik gGmbH, Duisburg

4.7 Veranstaltungen

IUTA auf der FILTECH in Köln

13.03. – 15.03.2018

Vom 13. bis 15. März 2018 besuchten ca. 14.000 Teilnehmer aus insgesamt 73 Nationen die internationale Filtrationsmesse FILTECH in Köln. In diesem Jahr stand die Ausstellung unter dem Motto „Welcome to FILTECH 2018“. Wie bereits in den Jahren zuvor war IUTA auch dieses Mal wieder mit seinem Informationsstand vertreten. Mit Postern im neuen IUTA-Corporate-Design 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. In der Rückschau ist festzustellen, dass ein hoher Prozentsatz (70 %) auf Erstkontakte entfiel.



Abb. 4-1: Mitarbeiter des IUTA-Bereichs *Luftreinhaltung & Filtration* waren auf der FILTECH mit einem Messestand vertreten

Als Resümee ist festzuhalten, dass neben der Kontaktpflege und der Anbahnung neuer Forschungsprojekte eine vermehrte Nachfrage nach Angeboten im Bereich der Filterprüfungen zu verzeichnen war. Aufgrund dieser positiven Entwicklung plant IUTA auch bei der nächsten FILTECH vom 22. bis 24. Oktober

2019 in Köln wieder mit einem Messestand präsent zu sein.

Forschungsstandort Duisburg – neue Impulse für die Wirtschaft

14.03.2018

Die Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) führte in Zusammenarbeit mit der IHK am 14.03.2018 in Duisburg eine Vortragsveranstaltung mit dem Titel „Forschungsstandort Duisburg – neue Impulse für die Wirtschaft“ durch. Unternehmer und Interessierte aus der Region waren eingeladen, die Möglichkeiten und Chancen einer Zusammenarbeit mit den Duisburger JRF-Instituten kennen zu lernen. In Duisburg zählt die JRF drei technische Forschungsinstitute zu ihren Mitgliedern: Das ZBT (Zentrum für Brennstoffzellentechnik), das DST (Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme) und das IUTA. Die Veranstaltung fand in den Räumen der IHK statt.



Abb. 4-2: Dr.-Ing. Stefan Haep gewährte im Rahmen der JRF-Veranstaltung Einblicke in die Forschungsaktivitäten des IUTA

Girls'Day 2018 am IUTA

26.04.2018

Im Rahmen des diesjährigen Girls'Day am 26.04.2018 konnten 16 Mädchen der 8. Jahrgangsstufe der Heinrich-Heine-Gesamtschule aus Duisburg-Rheinhausen in technische und

naturwissenschaftliche Berufsbilder reinschnuppern. Durch die breit gefächerte und interdisziplinäre Ausrichtung des IUTA konnten sie ganz unterschiedliche Berufe kennen lernen. Von der Fachkraft für Schweißtechnik über Fachkräfte für Umwelt- und Abfalltechnik, Chemielaborantin oder Chemisch-technische bzw. Umwelttechnische Assistentin bis hin zu Naturwissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen war der Bogen gespannt. Drei Themenmodule waren angesetzt, Einblicke zu vermitteln. Am Rasterelektronenmikroskop betrachteten angehende Physikerinnen und Biologinnen einen Käfer ganz aus der Nähe und schauten sich an, welche Mikroorganismen darauf zu entdecken waren. In einem weiteren Modul wurden Membranfilter aus der Wasserentsalzung begutachtet. Die Schülerinnen lernten verschiedene Filterbeläge anhand von festgelegten Merkmalen zu beurteilen.



Abb. 4-3: Eine Schülerin fertigt im Rahmen des Girls'Day 2018 ein Schraubenmännchen

Im Anschluss daran lernten die Schülerinnen eine Analysemethode zur Identifizierung von Kunststoffarten und damit den Arbeitsplatz von Chemielaborantinnen und Chemikerinnen näher kennen. Die dritte Station bot mit der manuellen Zerlegung von Elektro-Altgeräten die Möglichkeit, die Berufsbilder von umwelttechnischen Assistentinnen, Abfallbeauftragten oder Fachkräften für Abfalltechnik zu erkunden sowie die Bedeutung von Recyclingprozessen für eine nachhaltige Ressourcenwirtschaft zu erfahren. Als spannendster Punkt an diesem Tag wurde von den Mädchen das Schweißen eines

Schraubenmännchens empfunden, welches sie als Erinnerung mit nach Hause nehmen konnten.

Abschlussveranstaltung des Projekts nanoGRAVUR

03.05. und 04.05.2018

Die wichtigste Voraussetzung für den nachhaltigen Erfolg der Nanotechnologie ist deren Sicherheit über den gesamten Lebenszyklus. Um Nanomaterialien hinsichtlich ihrer Risiken zu bewerten, erscheint die Einzelprüfung aller Varianten sowohl im Hinblick auf die große Anzahl an Nanoformen und auch toxikologisch relevanten Endpunkten als nicht möglich. Daher besteht die Notwendigkeit alternative Konzepte zu entwickeln, die es erlauben, diese Nanomaterialien hinsichtlich ihres Risikos nach Gruppenmerkmalen so zu bewerten, dass auf Prüfungen aller Einzelfälle verzichtet werden kann.

Im Rahmen des Workshops, der in den Räumen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin stattfand, wurde aufgezeigt, wo und wie „Gruppierungen“, z. B. im Rahmen der Materialentwicklung, zum Schutz von Mensch und Umwelt und bei Versicherungen Anwendung finden.

nanoGRAVUR

25. Innovationstag Mittelstand des BMWi

07.06.2018

Unter dem Motto „25 Jahre Innovationsschau – 10 Jahre ZIM – 1 Tag Zukunft zum Anfassen“ fand am 7. Juni 2018 zum 25. Mal der Innovationstag Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) auf dem Gelände der AiF-Projekt GmbH in Berlin statt. 300 Unternehmen und industrienaher Forschungseinrichtungen – darunter IUTA – präsentierten 200 neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen, deren Entwicklung das BMWi gefördert hat.

IUTA stellte den 1.800 Gästen die Ergebnisse des IGF-Projekts „Hygieneüberwachung raumlufttechnischer Anlagen (RLT) mittels ion-jelly-Detektor“ (FV-Nr. 19147 N) vor, welches in Kooperation mit der „Europäischen Forschungsgemeinschaft Reinigungs- und Hygienetechnologie“ (FRT) und der Forschungseinrichtung „wfk – Cleaning Technology Institute e.V.“, Krefeld, durchgeführt wird.

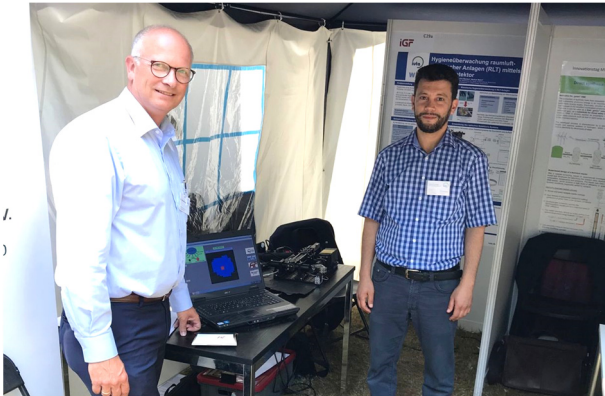


Abb. 4-4: Dr.-Ing. Stefan Haep und Dipl.-Ing. Ahmed Bankodad präsentieren die Ergebnisse eines IGF-Projekts zur Hygieneüberwachung raumlufttechnischer Anlagen

Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier besichtigte die Ausstellung auf einem Rundgang und würdigte in seiner Rede das kreative und innovative Unternehmertum. „Die Förderprogramme des BMWi werden dabei weiterhin eine feste Säule sein, auf die unsere Unternehmerinnen und Unternehmer bauen können“, sagte er in seiner Keynote.

CENIDE Science Talk – Würdigung des Engagements von Prof. Dr.-Ing. Heinz Fißan

10.09.2018

Prof. Dr.-Ing. Heinz Fißan, seit 2016 Ehrenmitglied des IUTA e.V., vollendete im September 2018 sein achtzigstes Lebensjahr. Als Mitbegründer und ehemaliger stellv. Wiss. Direktor hat er sich über mehr als zwei Jahrzehnte für IUTA engagiert und das Institut durch seine Arbeit mit geprägt. Sein wissenschaftlicher Fußabdruck im Bereich der Aerosolmesstechnik wird am IUTA auch weiterhin in der Nanopartikelmesstechnik und Partikelfiltration sichtbar

bleiben. Sein Wirken wurde im Rahmen des CENIDE Science Talk am 10. September 2018 mit Beiträgen von Prof. Dr. David Y. H. Pui zum Thema „Green Technologies for Sustainable Environment“ und Dr.-Ing. Christof Asbach zum Thema „Aerosol Science in Times of Digitalization“ gewürdigt. Die Laudatio hielt Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen.



Abb. 4-5: Prof. Dr.-Ing. Heinz Fißan beim Dank auf die Laudatio von Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen beim CENIDE Science Talk

Schüler/-innen der Heinrich-Heine-Gesamtschule besuchten das IUTA

19.10.2018

Die breit gefächerte und interdisziplinäre Ausrichtung des IUTA eröffnet Jugendlichen in der Ausbildung die Möglichkeit im Rahmen der sogenannten Berufsfelderkundung ganz unterschiedliche Berufe kennen zu lernen. Fünf Schülerinnen und acht Schüler der 8. Jahrgangsstufe der Heinrich-Heine-Gesamtschule waren am 19. Oktober zu Gast, um in technische und naturwissenschaftliche Berufsbilder reinzuschnuppern.

Von der Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft, dem/der Chemielaboranten/-in bis hin zum/zur Naturwissenschaftler/-in und Ingenieur/-in war der Bogen gespannt. Drei Themenmodule waren daraus ausgewählt, Einblicke zu vermitteln.

Zunächst konnten die Schülerinnen und Schüler unter Anleitung kleine Experimente im Labor durchführen. Eines dieser Experimente z. B. betraf ein Verfahren zur Vergoldung von

Münzen als Beispiel für galvanische Prozesse. Durch die Versuche lernten die Jugendlichen den Arbeitsplatz von Chemielaboranten/-innen und Chemikern/-innen näher kennen.

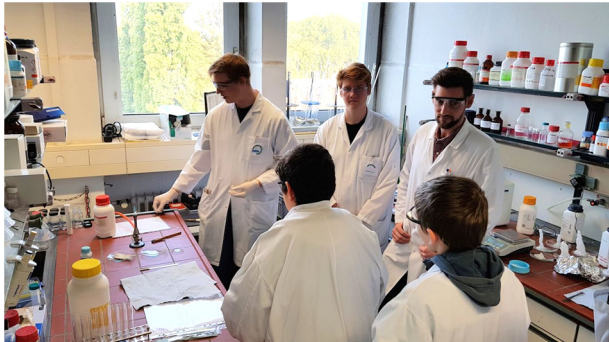


Abb. 4-6: Zwei Schüler lernen, wie Münzen vergoldet werden können

Ganz anders gelagert war die zweite Station mit der Demonstration zur manuellen Zerlegung von Elektro-Altgeräten. Hier wurden die Berufsbilder von umwelttechnischen Assistent/-innen, Abfallbeauftragten oder Fachkräften für Kreislauf- und Abfallwirtschaft vermittelt sowie die Bedeutung von Recyclingprozessen für eine nachhaltige Ressourcenwirtschaft näher gebracht. Im Zusammenhang damit lernten die Schülerinnen und Schüler mehr über die in Abfällen auftretenden Kunststoffarten und instrumentelle Analysemethoden zu deren Identifizierung.

In einer dritten Station wurde das Umweltthema „Feinstaub“ näher betrachtet. Dazu sollten die Schüler/-innen an unterschiedlichen Orten, innerhalb und außerhalb geschlossener Räume, abschätzen, wie viele Partikel sich in der Umgebungsluft befinden. Die tatsächliche Anzahl konnten sie anschließend mit einem Partikelzähler bestimmen. Die Messungen zeigten den Schülerinnen und Schülern, wie unterschiedlich die Partikelkonzentrationen an den jeweiligen Orten waren und welche Bedeutung die Messung von Umweltparametern hat. Mit diesem Beispiel war das Arbeitsfeld Physikalaborant/-in und Physiker/-in angerissen.

IUTA-FiltrationsTag 2018

13.11.2018

Schwerpunkt: Digitalisierung in der Filtertechnik

Die Digitalisierung bietet für die Filter- und Lüftungstechnik neuartige Möglichkeiten, u. a. durch den Einsatz kostengünstiger Sensoren, welche eine permanente Überwachung des Anlagenzustandes erlauben. Der 10. IUTA-FiltrationsTag widmete sich den großen Chancen der Digitalisierung für die Filterbranche und beleuchtete die anstehenden Herausforderungen. Mit mehr als 160 Teilnehmern war der 10. IUTA-FiltrationsTag gut besucht.

IUTA-ZytostatikaTag 2018

14.11.2018

Schwerpunkt: Arbeitsschutz & Produktsicherheit

Zusammen mit der bereits seit über 20 Jahren etablierten IUTA-Fortbildung „Sicherer Umgang mit Zytostatika“ fand in diesem Jahr der 1. ZytostatikaTag unter dem Motto „Arbeitsschutz & Produktsicherheit“ am IUTA statt. Die Veranstaltung wurde durch eine begleitende Industrieausstellung ergänzt.

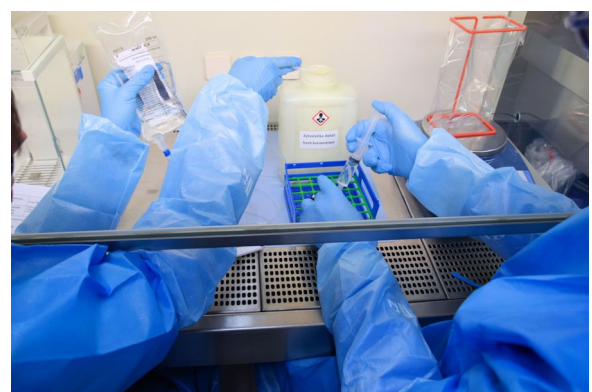


Abb. 4-7: An einer Sicherheitswerkbank werden Applikationslösungen zubereitet

Hier waren es mehr als 110 Teilnehmer, die zum Beispiel über den aktuellen Trend, für jeden Patienten individuelle Applikationslösungen zuzubereiten, diskutierten.

Aktuelle Methoden der Qualitätssicherung wurden im Rahmen einer Laborführung demonstriert. Der Themenblock Digitalisierung rundete das Programm ab und mit dem Projekt Future-Lab.NRW gewährten IUTA-Mitarbeiter einen Blick in die Zukunft der Labortechnik.

3. IUTA-AnalytikTag

15.11.2018

Schwerpunkt: Digitalisierung

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 große Herausforderung dar.

Der dritte IUTA-AnalytikTag fokussierte auf Aspekte rund um die Themen Automation, Digitalisierung, smarte und funktionalisierte Labormöbel sowie Cybersecurity. Zum 3. Analytik-Tag kamen über 120 Besucher nach Duisburg.

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 vor einem interdisziplinären Fachpublikum und stellen sich dem wissenschaftlichen Diskurs. Im Anschluss an die Diskussion setzen sich die Wissenschaftler/-innen sachlich und kritisch mit dem Vortrag, dem Vortragsstil und der Art der Präsentation auseinander. Dadurch erhalten die Doktorand/-innen und Mitarbeiter/-innen ein konstruktives Feedback und werden auf Konferenzen und Tagungen vorbereitet. Im Jahr 2018 war das Wissenschaftliche Kolloquium in zwei Blöcke aufgeteilt: Im ersten Block (Doktorand/-innen) wurden 11 Vorträge gehalten, im zweiten 9. Den zweiten Block gestalteten Mitarbeiter/-innen, des IUTA, insbesondere diejenigen, die im Jahr 2018 neu an das Institut gekommen waren.

Forschungsbeirat

Im Jahr 2018 fanden zwei Sitzungen des Forschungsbeirates statt, am 20. Februar und am 4. September. Insgesamt wurden 21 Forschungsanträge (inkl. Umlaufverfahren), die im Rahmen der Gemeinschaftsforschung IGF bei der AiF gestellt wurden, vor der Einreichung diskutiert, bewertet und Vorschläge zur Antragsverbesserung gegeben. Im Forschungsbeirat engagieren sich 48 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft.

IUTA-Veranstaltungskalender 2018

24. Januar	2. Fortschrittswerkstatt Wasser	Essen
29. Januar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19145 N: „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter“	Technische Universität Kaiserslautern
1. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19681 N: „Entwicklung eines hochselektiven und ultrasensitiven Verfahrens zur quantitativen Bestimmung ausgewählter Hormone in Wasser auf Basis der Fluoreszenzdetektion“	IUTA, Duisburg
1. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 202 EN: „Assessment of Advanced Photocatalytic Oxidation process for Micropollutant Elimination in Municipal and Industrial Waste Water Treatment Plants“	IUTA, Duisburg
19. – 21. Februar	Kick-Off Treffen BIORIMA – Biomaterial Risk Management – Projekttreffen	Universität Paris Diderot, Paris, Frankreich
20. Februar	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
21. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19817 BG: „Entwicklung von kostengünstigen und nachhaltigen Elektrodensystemen auf Basis von optimierten Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse (IT-PEM)“	IUTA, Duisburg
22. Februar	Industrieausschuss IGF-Projekt 19095 N: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM ₁ , PM _{2,5} und PM ₁₀ “	TROX GmbH, Neukirchen-Vluyn
1. März	8. Netzwerktreffen SmartLAB	Friedberg
5. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19074 N: „Entwicklung einer in situ Sulfidbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen“	Universität Duisburg-Essen, Duisburg
6. März	Energieeffiziente CO ₂ Abtrennung aus CO ₂ -H ₂ O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Amin-Wäsche, Entwicklung einer CO ₂ -Wasserdampfmembran (TherMem+), Projekttreffen	IUTA, Duisburg
7. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 18681 N: „Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen HPLC, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie“	IUTA, Duisburg
8. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19109 N: „Steigerung der Energieeffizienz der Drucklufttechnik – SEEDT“	IUTA, Duisburg
8. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19918 N: „Verbesserung der Drainageeigenschaften von Koaleszenzfiltermedien durch gemusterte Funktionalisierung“	IUTA, Duisburg
13. – 15. März	Messestand des IUTA auf der Filtrationsmesse FILTECH	Köln
14. März	Forschungsstandort Duisburg – neue Impulse für die Wirtschaft	IHK, Duisburg
21. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 17738 N: „Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical Looping Verbrennung unter Verwendung nanoskaliger O ₂ -Carrier“	IUTA, Duisburg
22. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19073 N: „Entwicklung einer Methode zur Planung kostenoptimaler Produktionsprogramme unter gezielter Nutzung von Lagerbeständen als Speicher von im Produktionsprozess umgesetzter Energie“	IPH, Hannover
27. März	Industrieausschuss IGF-Projekt 19111 N: „Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen“	IUTA, Duisburg
18. April	InnoSysTox-Verbund: N3rvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen“, N3rvousSystem – Projekttreffen	IRAS, Utrecht, Niederlande
16. – 20. April	1st BIORIMA Training School	Venedig, Italien
24. + 25. April	Industrieausschuss IGF-Projekt 18560 N: „Entwicklung des Kalksteinmehl-CO ₂ -Waschverfahrens – Praxisoptimierung und ökologische Bewertung (ECO ₂)“	Wuppertal
26. April	Girls Day	IUTA, Duisburg

27. April	Industrieausschuss IGF-Projekt 19403 N: „Entwicklung eines Messgerätes zur Bestimmung des oxidativen Potenzials von luftgetragenen Partikeln mit Hilfe eines Particle into Liquid Samplers (PILS) und der Elektronenspinresonanz-Spektrometrie (ESR)“	IUTA, Duisburg
3. Mai	Industrieausschuss IGF-Projekt 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 (WARP)“	IUTA, Duisburg
3. + 4. Mai	nanoGRAVUR – nanostrukturierte Materialien – „Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz und Risikominimierung“, Abschlussveranstaltung	BauA, Berlin
17. Mai	Sitzung des Wissenschaftlichen Kuratoriums	IUTA, Duisburg
17. Mai	Industrieausschuss IGF-Projekt 18661 N: „Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen“	IUTA, Duisburg
23. Mai	Industrieausschuss IGF-Projekt 19976 N: „Entwicklung katalytisch aktiver Materialien auf Ceroxid- und Zirkoniumoxid-Basis für die Anwendung in Festoxid-Brennstoffzellen (KatCe)“	Universität Potsdam
5. Juni	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung	IUTA, Duisburg
7. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 18199 BG: „Entwicklung eines mikrofluidischen Slip-Chips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels online Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie“	IUTA, Duisburg
7. Juni	Vorstellung der Ergebnisse des IGF-Projekts 19147 N „Entwicklung eines Monitoringsystems zur kontinuierlichen Überwachung der Hygiene von raumluftechnischen Anlagen durch kumulative Erfassung von mikrobiellen Luftverunreinigungen mittels ion jelly-Detektor“ im Rahmen des 25. Innovationstags des BMWi	Berlin
11. – 15. Juni	Exponat: Technikumsanlage zur Energieeffizienten CO ₂ Abtrennung aus CO ₂ -H ₂ O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Amin-Wäsche, Entwicklung einer CO ₂ -Wasserdampfmembran (TherMem+)	ACHEMA, Frankfurt
19. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 19095 N: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumluftechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM ₁ , PM _{2,5} und PM ₁₀ “	Fläkt Group Deutschland GmbH, Herne
19. + 20. Juni	ISES – European Exposure Science Strategy Workshop 2018	BauA, Dortmund
20. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 19106 BG: „Grundlagen zur Konservierung elektrischer Ladungen in organischen Dünnschichten“	DTNW, Krefeld
21. Juni	Industrieausschuss IGF-Projekt 19742 N: „Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund“	Wasserstoffzentrum, Herten
26. Juni	9. Netzwerktreffen SmartLAB	Regensburg
30. August	ZIM-Netzwerk-Treffen „Identifikation, Analyse und Reduktion von Feinstaub – Clean Air“	IUTA, Duisburg
4. September	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
30. Oktober	InnoSysTox-Verbund: N3rvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen“, N3RvousSystem – Projekttreffen	IUTA, Duisburg
30. Oktober	Industrieausschuss IGF-Projekt 18560 N: „Entwicklung des Kalksteinmehl-CO ₂ -Waschverfahrens – Praxisoptimierung und ökologische Bewertung (ECO ₂)“	Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V., Köln
6. November	BIORIMA WP5 Stakeholdermeeting	ITENE, Valencia, Spanien
7. November	Energieeffiziente CO ₂ Abtrennung aus CO ₂ -H ₂ O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Amin-Wäsche, Entwicklung einer CO ₂ -Wasserdampfmembran (TherMem+), Projekttreffen	HS Apparatechnik GmbH, Lutherstadt Wittenberg
7. + 8. November	BIORIMA – Biomaterial Risk Management – Projekttreffen	ITENE, Valencia, Spanien
9. November	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung IUTA und FVEU	IUTA, Duisburg

12. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19095 N: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumluftechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM ₁ , PM _{2,5} und PM ₁₀ “	IUTA, Duisburg
12. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19977 N: „Verhalten von Adsorptionsfiltern und -medien für die Raumluftechnik gegenüber innenraumrelevanten Schadstoffen während der Betriebsdauer“	IUTA, Duisburg
13. November	10. FiltrationsTag	IUTA, Duisburg
13. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19817 BG: „Entwicklung von kostengünstigen und nachhaltigen Elektroden systemen auf Basis von optimierten Iridium/Titanoxid-Schichten für den Einsatz in der PEM-Wasserelektrolyse (IT-PEM)“	Westfälische Hochschule Gelsenkirchen
13. + 14. November	IUTA Fortbildung „Sicherer Umgang mit Zytostatika“	IUTA, Duisburg
14. November	1. IUTA ZytostatikaTag	IUTA, Duisburg
14. November	10. Netzwerktreffen SmartLAB	IUTA, Duisburg
14. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 18307 N: „Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung deren Beständigkeit durch Oberflächenmodifikation“	Universität Duisburg-Essen, Duisburg
15. November	3. IUTA AnalytikTag	IUTA, Duisburg
15. November	Industrieausschuss EFRE-Projekt „Funktionale ultradünne Werkstoffe durch Atomlagenabscheidung für die nächste Generation der Nanosystemtechnik (FunALD)“	IUTA, Duisburg
16. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19742 N: „Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb von chemischen Speichertechnologien in einem Unternehmensverbund“	Electrochaea, Planegg
20. November	Summit Umweltwirtschaft.NRW 2018: „Entwicklung schaltbarer Funktionalitäten von Vliesstoffoberflächen für Anwendungen in der Filtration und im Automotive-Bereich“, NGF 2.0 – Status-Seminar zum Leitmarktwettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW	Messe Essen GmbH, Essen
21. + 22. November	NRW Nanokonferenz	Westfalenhalle Dortmund
29. November	Industrieausschuss IGF-Projekt 19350 N: „Entwicklung eines innovativen katalytisch aktiven Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abgasen (KatWT)“	IUTA, Duisburg
5. Dezember	Industrieausschuss IGF-Projekt 19976 N: „Entwicklung katalytisch aktiver Materialien auf Ceroxid- und Zirkoniumoxid-Basis für die Anwendung in Festoxid-Brennstoffzellen (KatCe)“	IUTA, Duisburg
6. Dezember	Endseminar InnoSysTox Projektverbund, dabei Vorstellung N3Rvoussystem	ZonMW, Den Haag, Niederlande
13. Dezember	Industrieausschuss IGF-Projekt 19918 N: „Verbesserung der Drainageeigenschaften von Koaleszenzfiltermedien durch gemusterte Funktionalisierung“	IUTA, Duisburg
13. Dezember	Industrieausschuss IGF-Projekt 19109 N: „Steigerung der Energieeffizienz der Drucklufttechnik – SEEDT“	IUTA, Duisburg
13. Dezember	Industrieausschuss IGF-Projekt 19146 N: „Energielabeling für Adsorptionsfilter: Erarbeitung von Kenngrößen zur Einstufung von Adsorptionsfiltern hinsichtlich Energieverbrauch und Abscheideleistung“	IUTA, Duisburg

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen

Vorstandsvorsitzender der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (Forschungsgemeinschaft des Landes Nordrhein-Westfalen)
 Vorsitzender ProcessNet-Fachgruppe „Adsorption“ (DECHEMA/VDI-GVC)
 Gewählter Fachgutachter der AiF (Gutachtergruppe 5: Technische Chemie)
 Berufenes Mitglied im Fachbeirat 1 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

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

Dipl.-Ing. J. Schiemann

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“
 Berufenes Mitglied im Normenausschuss VDI 2292 „Emissionsminderung bei Kühlgeräte-recyclinganlagen – Kennwerte für die Trockenlegung und Entgasung“
 Berufenes Mitglied im deutschen Spiegelgremium der Cenelec, DKE AK 191.0.6 für EN 50626-X, EN 50-574-X
 Berufenes Mitglied im Normenausschuss VDI 3468 „Emissionsminderung; Anlagen zur chemisch-physikalischen Behandlung von Abfällen“
 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

Prof. Dr.-Ing. K. G. Schmidt

Gewählter Fachgutachter der AiF (Gutachtergruppe 2: Verfahrenstechnik und Energietechnik)

Prof. Dr.-Ing. H. Fissan

Fellow of American Association for Aerosol Research (AAAR)
 Fellow of International Aerosol Research Association (IARA)
 Ehrenmitglied der Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF)

Dr.-Ing. C. Asbach

Berufenes Mitglied im ProcessNet-Fachaus-
schuss „Partikelmessstechnik“
Chairman der EU-US Community of Research
„Exposure“
Chairman der Working Group Aerosol
Measurement technique der European
Aerosol Assembly
Editor der Fachzeitschrift „Aerosol & Air
Quality Research“
Editorial Board Member der Fachzeitschrift
„Journal of Aerosol Science“
Generalsekretär und Vorstandsmitglied der
Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF)
Mitglied im wissenschaftlichen Organisations-
komitee „Workplace and Indoor Aerosols Con-
ference 2018“, Cassino, Italien
Mitglied im wissenschaftlichen Organisations-
komitee „NanoSafe 2018“, Grenoble, Frank-
reich
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 Arbeitskreises und nationalen
DIN-Spiegelgremiums NA 095-03-01-01
AK „Staub“ zu CEN/TC WG137/WG3
Gutachter für die Max-Buchner-Forschungs-
stiftung der DECHEMA
Gutachter für die Canada Foundation for Inno-
vation
Gutachter für die Alexander-von-Humboldt-
Stiftung
Gutachter für die Cyprus Research Pro-
motion 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)“

Dr. rer. nat. B. Hellack

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss
der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
im VDI und DIN NA 134-04-04-04 UA
„Messung luftgetragener Partikel“
(UFP, PM_{0,5}, PM₁₀)

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“
Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss
der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
im VDI und DIN VDI 3782 Blatt 5 „Umweltme-
teorologie – Atmosphärische Ausbreitungs-
modelle – Depositionsparameter“

M.Sc. F. Itzel

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

Dr.-Ing. W. Mölter-Siemens

Regelmäßiger Teilnehmer im Normenaus-
schuss ISO/TC 118/SC4/WG1 „Measurement
of contaminants in compressed air and perfor-
mance testing of compressed air equipment“

Dr. rer. nat. S. Peil

ProcessNet-Arbeitsausschuss Thermische
Energiespeicherung

Dr. rer. nat. S. Schumacher

Nationaler WG17 Experte 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 Lufttechnik

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 „Spurenstoffmonitoring von Eintragspfaden und Fließgewässern“
Fachausschuss „Oxidative Verfahren“, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh)
Fachausschuss „Non Target Screening“, Wasserchemische 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

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

4.9 Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e.V.

Vorsitzender

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

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

Raik Schönfeld, Blücher GmbH, Erkrath

Karl Schultheis,
Mitglied des Landtags NRW

Stellvertreter

MR a. D. Holger Ellerbrock,
Duisburg

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

Prof. Dr.- Ing. Bernd Neukirchen,
München

Petra Vogt,
Mitglied des Landtags NRW

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

Prof. Dr. Ralf Anselmann,
Evonik Degussa GmbH, Marl

Dr. Birgit Beisheim,
Duisburg

Dipl.-Ing. Peter Bollig,
Kreis Weseler Abfallgesellschaft mbH & Co.
KG (KWA) Kamp-Lintfort

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

Dr. Carsten Hillmann,
DK Recycling und Roheisen GmbH, Duisburg

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer,
Oberhausen

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

4.10 Mitglieder des IUTA e.V.

AAF Lufttechnik GmbH, Bensheim	Parker Hannifin GmbH, GSFE-Division, Kaarst
Axel Semrau GmbH & Co. KG, Sprockhövel	GmbH & Co. KG, Essen
Befesa Zinc Duisburg GmbH, Duisburg	QVKE e. V., Grevenbroich
Berner International GmbH, Elmshorn	Stadt Duisburg
Blücher GmbH, Erkrath	Stadtwerke Duisburg AG, Duisburg
Boll & Kirch Filterbau GmbH, Kerpen	Topas GmbH, Dresden
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V., Quakenbrück	TSI GmbH, Essen
Deutsches Reinraum-Institut e. V., Berlin	Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn
DK Recycling und Roheisen GmbH, Duisburg	TWE GmbH & Co. KG, Emsdetten
Donaldson Filtration Deutschland GmbH, Haan	Universität Duisburg Essen
EGK Entsorgungsgesellschaft Krefeld GmbH & Co. KG	Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg
Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten	VSS Umwelttechnik GmbH, Troisdorf
EMW Filtertechnik GmbH, Dietz	Waters GmbH – UB TA Instruments, Bochum
Evonik Resource Efficiency GmbH, Hanau	Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg
FST GmbH, Essen	sowie 26 persönliche Mitglieder
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	
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	

Mitglieder im Bereich *Industrielle Gemeinschaftsforschung*:

AAV – Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung, Hattingen

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V., Bonn

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V., Berlin

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V., Quakenbrück

Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld

Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd

Förderverein Institut für angewandte Bauforschung Weimar e. V.

Fraunhofer IKTS, Hermsdorf

Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen

Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen

Gesellschaft zur Förderung angewandter Information e. V., Berlin

Hochschule Mittweida, Mittweida

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

IPRI – International Performance Research Institut gGmbH, Stuttgart

Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e. V., Greifswald

Netzwerk ZENIT e. V., Mülheim an der Ruhr

Oel-Wärme-Institut GmbH, Herzogenrath

Palas® GmbH, Karlsruhe

Parker Hannifin GmbH, GSFE-Division, Kaarst

RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik

TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München

Technische Universität München, Forschungsinstitut für Unternehmensführung, Produktion und Logistik

Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiesysteme

Technische Universität München, Lehrstuhl Strategie und Organisation

TuTech Innovation GmbH, Hamburg

Universität Duisburg-Essen, Institut für Produkt Engineering, Duisburg

Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik, Duisburg

Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Energietechnik, Duisburg

Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik, Duisburg

Universität Paderborn, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Prozesse und Systeme

UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam

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

Westfälische Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen, Westfälisches Energieinstitut/Wasserstoffenergiesysteme, Gelsenkirchen

wfk Forschungs-Institut für Reinigungstechnologie e. V., Krefeld

Zentrum für Brennstoffzellentechnik ZBT GmbH, Duisburg

sowie 5 persönliche Mitglieder

4.11 Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e.V.

Vorsitzender

Dipl.-Ing. Heinrich Kohl, ENGIE Deutschland GmbH, Essen

Stellvertreter

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

Mitglieder – Industrie

24 Mitglieder

Mitglieder – Forschungseinrichtungen

4 Mitglieder

Mitglieder – Universitäten

8 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 Heinzel,
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

Bereich:
Department:

Bereichsleitung/head of unit:

Luftreinhaltung & Aerosole
Air Quality & Aerosols

Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de

Gasreinigung hinter verfahrenstechnischen Prozessen

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

Flue gas cleaning technologies

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Margot Bittig (-300)
bittig@iuta.de

M.Sc. Isabelle Klöfer (-223)
klofer@iuta.de

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

M.Sc. Katharina Todt (-223)
todt@iuta.de

Stoffstromaufbereitung durch Adsorptionsprozesse

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

Mass flow treatment by adsorption

Separation processes for solutants 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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Margot Bittig (-300)
bittig@iuta.de

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

M.Sc. Isabelle Klöfer (-223)
klofer@iuta.de

Sonderentwicklungen zur Luftreinhaltung

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

Special applications for air purification

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.

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Numerische Mehrphasen-Strömungssimulation

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

Computational fluid dynamics (CFD)

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Till van der Zwaag (-131)
vanderzwaag@iuta.de

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

Dipl.-Ing. Thomas Zeiner (-219)
zeiner@iuta.de

Modellbildung verfahrenstechnischer Prozesse

Abbildung verfahrenstechnischer Prozesse durch Simulationssoftware (Aspen Plus), Verfahrens-Optimierung (auch in Zusammenarbeit mit anderen Fachabteilungen des IUTA)

Chemical process modeling

Chemical process modeling by software-tools (Aspen Plus), Process design and optimization of unit operations and process plants (in cooperation with other IUTA departments)

Ansprechpartner/Contact person:

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

M.Sc. Sven Meschede (-214)
meschede@iuta.de

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, 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, 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

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:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Luftreinhaltung & Filtration**Air Quality & Filtration**

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 unkonzentrierten 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

DIN EN 779: Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik (Bestimmung der Filtrationseigenschaften), Bestimmung des Abscheidegrads 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), Auftragsforschung 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

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 filtersystems, methods for the olfactometric validation of materials, dispersion modeling for odour with AUSTAL2000G, applied research and expertises

Tailored Filter Tests

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404)
 daeuber@iuta.de

David Habryka (-408)
 habryka@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. 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:

Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410)
 finger@iuta.de

Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410)
 finger@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 Prüfmethoden zur Beurteilung von technischen Systemen/Anlagen

Adsorptive Gasreinigung

Untersuchungen zum Adsorptionsgleichgewicht und zur Adsorptionskinetik in durchströmten Schüttungen, Aufnahme von Durchbruchkurven, zyklische Ad- und Desorptionsprozesse, Mehrkomponentenadsorption

Entfernung von hochtoxischen Komponenten aus Gasen

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405)
lindermann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Uta Sager (-402)
sager@iuta.de

Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410)
finger@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

Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410)
finger@iuta.de

Bewertung von Raumlufreinigern

Untersuchung der Effizienz von Raumlufreinigern 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 Raumlufreinigerfiltern für Nanopartikel ≤ 20 nm, Definierte Alterung von Raumlufreinigerfiltern mit Zigarettenrauch

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

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, Bestimmung der Anzahlkonzentration, Oberflächenkonzentration und Massenkonzentration

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/Korona discharge

Measurement of particle number size distributions from the lower nano- to the micrometer size range, Measurement of surface area and mass concentration

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

Modellierung

Partikeldynamik und -deposition in Koaleszenzfiltern, dynamische Adsorptionsprozesse in Festbetten

Modeling

Particle dynamics and deposition in coalescence filters, dynamic adsorption processes in fixed beds

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407), schumacher@iuta.de

Gasanalytik

Bestimmung gasförmiger Substanzen im unteren ppb-Bereich mittels Online-Massenspektrometer PTR-MS

Analysis of gases

Determination of gaseous components in the lower ppb-range via online mass spectrometry PTR-MS

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410)
finger@iuta.de

Chem. Tech. Ute Schneiderwind
(-406), schneiderwind@iuta.de

Nanofiltration

Untersuchung der Abscheidung nanoskaliger Partikel (> 3 nm) an verschiedensten Filtern

Nanofiltration

Determination of the collection efficiency for nanoscale particles (> 3 nm) for a large variety of filters

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188)
todea@iuta.de

Verhalten und Verbleib von innovativen Materialien

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 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, organische und anorganische Gase (BTXE, NO_x, CO, Ozon), Analytik für spezielle relevante Tracer, z. B. Schwermetalle, Silizium, EC/OC, NCBA

Sustainable nanotechnology

Measurement of emissions and immissions, 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 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, 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.-Ing. Christof Asbach (-409)
asbach@iuta.de

Dr. rer. nat. Carmen Nickel (-209)
nickel@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.)

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.)

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

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.

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.

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Linda Gehrmann (-215)
gehrmann@iuta.de

M.Sc. Andrea Börgers (-157)
boergers@iuta.de

Arbeitsschutzrelevante Schadstoffe

Messung und Minderung von Schadstoffen (insbesondere Pharmazeutika) am Arbeitsplatz, Untersuchung von Freisetzungs- und Verbreitungsmechanismen, Bestimmung und Bewertung der äußeren und inneren Exposition, Prüfung und Weiterentwicklung von Schutzeinrichtungen und Schutzausrüstungen, Bewertung und Optimierung von Reinigungs- und Dekontaminationsverfahren, Erarbeitung von Handlungsanleitungen, Arbeitsschutzkonzepten usw.

Hazardous substances at the workplace

Monitoring and minimisation of hazardous substances (esp. pharmaceuticals) at the workplace, investigation of mechanisms of release and spread, determination and assessment of the inner and outer exposure, testing and further development of protective equipment and clothing, assessment and optimisation of cleaning and decontamination procedures, development of guidelines, instructions and safety concepts etc.

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Claudia vom Eyser (-190)
vomEyser@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@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

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 photocatalytic active materials, Investigation of the sustainability of photocatalytic active materials, chemical and microbial analysis of photocatalytic activity

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Martin Klassen (-296)
klassen@iuta.de

**PharmaMonitor
Analysis-Cleaning**

Analytik von CMR-Stoffen nach Gef-StoffV, 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

Tagungen, Fortbildungen

Durchführung von Fortbildungen zum Transfer von Forschungsergebnissen, Erarbeitung von themen- und gruppenspezifischen Fortbildungsangeboten, Organisation von wissenschaftlichen Tagungen zu speziellen Themen

**PharmaMonitor
Analysis-Cleaning**

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Claudia vom Eyser (-190)
vomEyser@iuta.de

Christiane Balden, (-190)
analysis@pharma-monitor.de

Ansprechpartner/Contact person:

Heike Glaser (-414)
training@pharma-monitor.de

Bereich:
Department:

Bereichsleitung/unit head:

Gasprozesstechnik & Energiewandlung
Gas Process Technology & Energy Conversion

Dr.-Ing. Egon Erich (-268), erich@iuta.de

Katalytische Gasaufbereitung

Oxidative Gasaufbereitung, Hydrocrackkatalysatoren, Redox-Katalysesystem zur Oxidation- und Reduktion von Kohlenwasserstoffen und NO_x aus Abluftströmen, Synthese von Methanol

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Egon Erich (-268)
erich@iuta.de

Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222)
peil@iuta.de

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Egon Erich (-268)
erich@iuta.de

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

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Adsorptive Gasreinigung

Kombinierte Druck- und Temperaturwechseladsorber mit unterschiedlichen Adsorbentien zur CO₂-Abscheidung aus Ab- und Produktgasen

Gas cleaning by adsorption

Combined pressure and temperature swing adsorbers with different adsorbents for CO₂ separation from waste and product gases

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

Biomasse und energetische Verwertung

Ofenkatalysator für Kleinfeuerungsanlagen, Biomassevergasung, Vergasertechnologie, Biogasaufbereitung

Biomass and energy recovery

Catalytic converter for domestic fire places, biomass gasification, gasifier technologies, biogas treatment systems

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Egon Erich (-268)
erich@iuta.de

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

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

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

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:

Dr.-Ing. Egon Erich (-268)
erich@iuta.de

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@iuta.de

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

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Partikelprozesstechnik & Charakterisierung**Particle Process Technology & Characterization**

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de

Nanopartikel-Prozesstechnik

Hochspezifische Nanopartikel-Synthese
Betrieb und Optimierung von Reaktoren im Techn. Kumsmaßstab für die Produktion von hochspezifischen Nanopartikeln für verschiedene Anwendungen
Partikelherstellung
Abscheidung aus der Gasphase
Probennahme
Prozessierung
Funktionalisierung
Dispergierung von hochspezifischen Nanopartikeln
Überführen von Nanopartikeln aus der Gasphase in prozessierbare Flüssigkeiten

Nachhaltige Nanotechnologie

Luftqualität, Exposition und Gesundheit
Untersuchungen zur Immission, Exposition und Gesundheitsgefährdung von Umweltpartikeln in Außen- und Innenraumlufte (in Zusammenarbeit mit Epidemiologen und Toxikologen)
Untersuchungen zur Immission, Exposition und (Gesundheits-)gefährdung von Nanomaterialien auf Mensch und Umwelt; Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt;
Produktanalysen und Safer-by-Design
Freisetzung und Charakterisierung
Lebenszyklus-Analyse von Nanomaterialien
Bestimmung der Freisetzung von Nanomaterialien

Nanoparticle 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
Dispersion of highly specific nanoparticles

Separation technologies to nanoparticles into processable liquids

Sustainable nanotechnology

Air quality, exposure and health
Exposure assessment and adverse health effect investigations of ambient outdoor and indoor air (in collaboration with epidemiologists and toxicologists)

Studies on immission, exposure and (health)effects of nanomaterials to humans and the environment;
Behavior of nanomaterials in the environment
Product analysis and safer-by-design
Release and Characterization
Life cycle analysis of nanomaterials

Determination of nanomaterial release

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. rer.nat. Andrea Hoyer (-301)
hoyer@iuta.de

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-180)
hellack@iuta.de

Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180)
stahlmecke@iuta.de

Charakterisierung

Prozessbegleitende Analyse-Methoden
 In-situ Laserdiagnostik im Bereich der Partikelerzeugung,
 Gasphasenanalyse (GC/MS, QMS)
Ex-situ Analyse
 Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersive Röntgenanalyse (EDX)
 Aggregatgrößen-Bestimmung (DLS)
 Oberflächenanalyse (BET)
 Infrarotspektroskopie (FTIR/ATR)
 Fluoreszenzspektroskopie
 Oxidatives Potenzial/ROS Potenzial
 Zetapotenzial
 spezifische Oberfläche
 hydrodynamischer Durchmesser
 anorganische Inhaltsstoffanalyse
 Lungendeponierbare Oberflächen

Characterization

In process analysis
 In-situ laser diagnostics during production of particles,
 Gas-phase analysis (GC/MS, QMS)
Ex-situ analysis
 Scanning Electron Microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray analysis (EDS)
 Aggregate size measurement (DLS)
 Surface analysis (BET)
 Infrared spectroscopy
 Fluorescence spectroscopy
 Oxidative potential / ROS potential
 Zetapotenzial
 Specific surface area
 Hydrodynamic diameter
 Inorganic content analysis
 Lung deposit surface area concentration

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Mathias Spree (-106)
 spree@iuta.de

Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180), stahlmecke@iuta.de

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302)
 huelser@iuta.de

Dr. rer. nat. Andrea Hoyer (-301)
 hoyer@iuta.de

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/unithead:

Ressourcen & Recyclingtechnik**Resources & Recycling Technology**

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259), j.schiemann@iuta.de

Wasseraufbereitung und -entsalzung mittels Membrananlagen

Pilotierung von Prozessen und Optimierung von Betriebseinstellungen für unterschiedliche Anwendungen, Verträglichkeitsuntersuchungen für Chemikalien an Membranmodulen

Water treatment and desalination with membranes

Pilot tests and optimization of operating conditions for different applications, compatibility tests for chemicals with membrane modules

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
 blauth@iuta.de

Verfahrenstechnische Entwicklung, Beurteilung, Optimierung von Prozessen

Verfahren zur Elimination von Mikro-schadstoffen, Verfahrenskopplungen, Hybrid-verfahren zur Entsalzung, Kreislaufführung von Prozesswässern

Process engineering, evaluation and optimization of processes

Elimination of micro pollutants, coupling of processes, hybrid desalination processes, recycling of process water

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
 blauth@iuta.de

Membranscreening

Membranauswahl für Spezialanwendungen
 Charakterisierung von Umkehrosmose (UO)-, Nanofiltrations (NF)-, Ultrafiltrations (UF)- und Mikrofiltrationsmembranen (MF)

Membrane screening

Membrane selection for special applications, characterization of membranes for reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration and microfiltration

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
 blauth@iuta.de

Bettina Schiemann (-158), b.schiemann@iuta.de

Membranuntersuchungen

Visuelle Begutachtung, Druckhaltetests, Vakuumtests, Färbetests, permeatseitige Beprobung, Lokalisierung von Leckagen, Autopsie an Membranen und Elementen der UO, NF, UF und MF

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
 blauth@iuta.de

Bettina Schiemann (-158), b.schiemann@iuta.de

Physikalisch-chemische Belaganalyse

Ermittlung der Trockenmasse, des Glühverlusts und des Glührückstands, Elementanalyse des Belags mittels EDX und ICP-OES, Oberflächenuntersuchung mittels REM/EDX, FT-IR-Analysen an Membranoberflächen und Belägen

Thermische Wasseraufbereitung und -entsalzung

Thermische Aufbereitung von wässrigen Medien mittels Vakuumdestillation, Entsalzung von wässrigen Medien, Werkstofftests, Ermittlung von Betriebspunkten und Einsparpotenzialen an einer Multieffekt-Destillationsanlage (MED-TVC)

Identifizierung von strategischen Metallen und seltenen Erden in Abfallströmen komplexer Massengüter

Untersuchung der Stoffverbünde von z. B. PV-Modulen und Entwicklung von Rückgewinnungsmethoden durch chemische, mechanische und thermische Verfahren

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 CENELEC, Überprüfung von Anlagen gemäß DIN, ganzheitliche Begutachtung und Bilanzierung von Anlagen zur Verwertung von Kühlgeräten

Verfahrensentwicklung zur Kühlgeräteverwertung

Behandlung des Prozessgases, Desorption von FCKW, Analyse FCKW-haltiger Schäume, Öle, Treibmittel u. a. mit GC-MS, Optimierung von Wirkungsgraden bestehender Anlagen

Flachbildschirmverwertung

Untersuchungen an Flachbildschirmen in Hinblick auf Schad- und Wertstoffinhalte, Messung und Charakterisierung von Quecksilberemissionen bei der Zerlegung, Rückgewinnung von Indium aus den Displaypanels

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

Untersuchungen an schadstoffhaltigen Materialien (z. B. PCB)

Phänomenologische Untersuchungen, Entwicklung von trockenmechanischen Aufarbeitungsmethoden, Entwicklung von Vorsorgestrategien zur Minimierung von Schadstoffen

Physical-chemical foulant analysis

Estimation of dry mass, loss on ignition, ash ratio. Elemental analysis with EDX and ICP-OES, surface analysis with SEM/EDX, FT-IR-Analysis of membrane surfaces and foulant.

Thermal water treatment and desalination

Thermal treatment of water solutions by with vacuum distillation, desalination of water, tests with different materials, estimation of operating points and energy saving potentials with multi effect distillation

Identification of strategical metals and rare earth in waste of complex bulk goods

Analysis of composites e.g. photovoltaic modules and development of recovery methods by chemical, mechanical and thermal processes

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 CENELEC, verification of plants according to DIN, integrated appraisal and balancing of plants for refrigerator recycling.

Process development for refrigerator recycling

Treatment of process gases, desorption tests of CFCs, analysis of CFC-containing foams, oils, blowing agents with GC-MS, Optimization of efficiencies of existing plants.

Recycling of Flat Screens

Investigations on flat screens with regard to harmful substances and content of resources, measurement and characterizing of mercury emissions during dismantling, Recovery of Indium from display panels

Recycling of bulk material

Recycling and disposal of electronic equipment waste according to 4. BImSchV or according to § 56 KrWG / EföV, development of adequate recycling methods for electrical waste. Research and development of disposal technologies and processes.

Examinations of contaminated materials (e.g. PCB)

Phenomenological examinations, development of dry mechanical reprocessing procedures, development of prevention strategies for minimizing pollutants

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

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Tobias Scholz (-151)
scholz@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Hans Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Hans Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

M.Sc. Tobias Scholz.(-109)
scholz@iuta.de

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

**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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Hans Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

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. Flammenschutzmitteln in Kunststoffen

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:

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Bereich:
Department:

Bereichsleitung/head of unit:

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-233)
dronov@iuta.de

Andreas Sadlowski (-233)
sادلowski@iuta.de

Speziesanalytik

Methodenentwicklung und Validierung für verschiedene Spezies und Probenzusammensetzungen. FuE in Kooperation mit Industrie- und Forschungspartnern.
Pt-Spezies Analytik in Kooperation mit PharmaMonitor

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-233)
dronov@iuta.de

Andreas Sadlowski (-233)
sادلowski@iuta.de

Ionen

Nachweis von Anionen in wässrigen Lösungen im Spurenbereich
Methodenentwicklung
Levoglucon als Holzverbrennungsmarker

Ions

Determination of anions in water-based solutions
Method development
Determination of levoglucon as a marker of wood combustion

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 Matrizes
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

Gaschromatography

Determination of oil aerosol content of compressed air (GC-FID-MS)
Determination of volatile organic compounds and BTXE from different matrices
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

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Fabian Itzel (-194)
itzel@iuta.de

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 nikotin-spezifische Nitrosaminen in Dampf- und Flüssigphase

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 vapor (emission measurements), assessment of the concentration of volatile organic compounds, aldehydes and nicotine-specific nitrosamines in vapor and in the liquid phase

Ansprechpartner/Contact person:

M.Sc. Fabian Itzel (-194)
itzel@iuta.de

Yvonne Lamboy (-234)
Lamboy@iuta.de

Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen

Neuentwicklung von Verfahren zur Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen
Substitution von umweltgefährlichen Chemikalien durch naturbasierte, biogene Wirkstoffe
Verfahrensoptimierung bestehender Prozessketten

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Chem., Dipl.-Ing. Frank Grüning
(-266) gruening@iuta.de

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Forschungsanalytik & Miniaturisierung**Research Analysis & Miniaturization**

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de

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

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

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg
(-179), teutenberg@iuta.de

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 Parameter:
GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MSⁿ, LC-HRMS

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. Thorsten Teutenberg
(-179), teutenberg@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
tuerk@iuta.de

Bereich:**Department:**

Bereichsleitung/head of unit:

Industrielle Gemeinschaftsforschung**Collective research for SME's**

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