forschen.
vernetzen.
anwenden.

TÄTIGKEITSBERICHT 2017

iuta.de

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: Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.

TÄTIGKEITSBERICHT 2017

Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

Institut an der Universität Duisburg-Essen

TÄTIGKEITSBERICHT 2017

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 16

3.3 Umwelthygiene & Spurenstoffe 22

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung 29

3.5 Partikelprozesstechnik & Charakterisierung 37

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik 41

3.7 Forschungsanalytik & Speziesanalytik 50

3.8 Forschungsanalytik & Miniaturisierung 52

3.9 Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e.V. 62

4 Anhang 66

4.1 Vorträge 2017 66

4.2 Veröffentlichungen 2017 72

4.3 Poster 2017 77

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen 81

4.5 IGF-Forschungsberichte 83

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) 85

4.7 Veranstaltungen 90

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen 97

4.9 Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e.V. 100

4.10 Mitglieder des IUTA e.V. 101

4.11 Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e.V. 104

4.12 Mitglieder des Fördervereins des IUTA e.V. 106

4.13 Mitglieder des Wissenschaftlichen Kuratoriums 107

4.14 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments 108

4.15 Wegbeschreibung zum IUTA 120

1 Vorwort

„In jeder Krise steckt eine Chance, und wir haben sie genutzt“, so könnte man das Jahr 2017 für das IUTA zusammenfassen. Nachdem wir in Folge einer massiven Abwerbung von Führungskräften und Mitarbeitern durch ein Großunternehmen aus der technischen Dienstleistung Anfang des Jahres gezwungen waren, unsere akkreditierte und bekanntgegebene Messstelle zu schließen, ist es uns im Verlauf des Jahres gelungen, diesen Einschnitt nicht nur zu kompensieren, sondern in einer großen Anstrengung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter das IUTA inhaltlich und finanziell deutlich zukunftsfester aufzustellen. Dies zeigen nicht nur die reinen Zahlen: So konnte der Wegfall der Umsätze der Messstelle in Höhe von ca. 1 Mio. € nicht nur ausgeglichen, sondern der Gesamtumsatz des Hauses gegenüber dem Vorjahr um ca. 500.000 € gesteigert werden.

Parallel dazu vollzog sich die (schon in den letzten Jahren eingeleitete) stärkere inhaltliche Fokussierung, die wir auch zukünftig weiter fortsetzen werden. Das IUTA ist sowohl in der wissenschaftlichen Arbeit als auch bezüglich der Dienstleistungen ausgerichtet auf die vier Leitthemen:

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

Neben diesen inhaltlichen Aktivitäten haben wir dem IUTA auch ein äußerliches „Face-Lifting“ verpasst. Um Kontinuität zu unserer mittlerweile 28jährigen Geschichte zu wahren, haben wir das Logo in seiner graphischen Darstellung unangetastet gelassen, aber die Farbwelt und das Corporate Design komplett erneuert. Mit der Farbwahl verdeutlichen wir jetzt die enge Verbundenheit unseres Hauses mit der Universität Duisburg-Essen („UDE“-blau) und der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft („NRW“-grün) und treten zukünftig mit dem Slogan „IUTA – forschen. vernetzen. anwenden.“ auf. So werden Sie uns künftig sehen:

Im Rahmen des Corporate-Design-Prozesses haben wir auch den Internet-Auftritt des IUTA komplett überarbeitet, er ist deutlich benutzerfreundlicher geworden. Schauen Sie einfach (ab Mitte 2018) einmal unter www.iuta.de nach, wir freuen uns auf Ihre Rückmeldungen.

Natürlich haben wir bei all diesen Aktivitäten die Kernaufgabe des IUTA, den „Brückenbau“ zwischen universitärer Grundlagenforschung und industrieller Anwendung, nicht vernachlässigt; als Nachweis mag die Zahl der Kooperationen mit Hochschulen und Forschungsinstituten (ca. 150) und Unternehmen (ca. 360) dienen. Auch die stetig steigenden Besucherzahlen unseres traditionellen „IUTA-Filtrations-Tags“ und des „IUTA-AnalytikTags“ mit über 150 bzw. 80 Teilnehmern überwiegend aus dem Bereich der einschlägigen Industrie zeigen, dass unsere Zielgruppen unsere Arbeit wertschätzen. Daneben gab es wieder eine Vielzahl von Sitzungen projektbegleitender Ausschüsse und Seminare, z. B. zum sicheren Umgang mit Zytostatika. Die Qualität unserer Forschungsarbeiten dokumentieren die Vielzahl an Vorträgen und Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und die Berufung von IUTA-Mitarbeitern in zahlreiche Gremien auf der lokalen bis zur internationalen Ebene. Einen kleinen Überblick über diese Aktivitäten finden Sie im Anhang dieses Tätigkeitsberichts.

Die traditionell enge Verbindung des Hauses mit der Universität Duisburg-Essen manifes-

tierte sich auch 2017 wieder in vielen Aktivitäten, u. a. in vielen gemeinsamen Forschungsprojekten.

Einen ersten Überblick über die Arbeitsgebiete der Bereiche des IUTA und einige 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 neu gestalteten Internet-Seite www.iuta.de. Dort sind auch die jeweiligen Ansprechpartner angegeben. Zögern Sie nicht, uns anzusprechen!

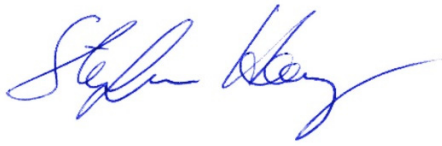
Abschließend möchten wir noch einmal allen Mitarbeitern des IUTA und unseren Partnern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich danken, insbesondere den vielen ehrenamtlich engagierten Personen, die uns auch 2017 wieder hervorragend unterstützt haben. Unser besonderer Dank gilt dem Verwaltungsrat des IUTA e.V. mit seinem Vorsitzenden, Herrn Prof. Schramm, sowie seinen beiden Stellvertretern, Herrn Ellerbrock und Herrn Prof. Neukirchen. Gleichermaßen 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 2018

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 39 juristische Mitglieder (Firmen und Organisationen), 25 persönliche Mitglieder und 44 Mitglieder im Bereich der industriellen Gemeinschaftsforschung (vor allem Forschungseinrichtungen und forschende Unternehmen).

Auf der operativen Ebene gliedert sich das IUTA zurzeit in zehn Bereiche, die den drei Arbeitsgebieten *Umwelt und Nachhaltigkeit*, *Energie und Ressourcen* und *Zentrale Einrichtungen* zugeordnet sind. Die aktuelle Struktur des IUTA ist in Abb. 2-1 dargestellt. Diese Organisationsstruktur wird dynamisch an die inhaltlichen Ausrichtungen angepasst. Insgesamt zeichnet sich das Institut durch eine schlanke Verwaltung und flache Hierarchien aus.

Abb. 2-1: Organigramm des IUTA e.V., Stand: 31.12.2017

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 damaligen Universität Duisburg durch das (damalige) Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes NRW gemäß § 36 WissHG vom 21.05.1991 und die Kooperationsvereinbarung vom 21.02.2005.

Arbeitsschwerpunkte und Arbeitsweise

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

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

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

Geschäftsverlauf

Im Jahr 2017 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, in dem IUTA für die Realisierung des Projektvorschlags „FutureLab NRW“ mit einem Gesamtvolumen von rd. 5 Mio. € prämiert wurde, profitiert das IUTA in erster Linie von den Förderprogrammen der Bundesministerien BMBF und BMWi. Eine besondere Rolle nehmen die industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), organisiert durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), die Kooperationsforschung des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand“ (ZIM Modul KF) und das Förderprogramm INNO-KOM ein.

Diese Programme des BMWi ermöglichen die notwendige industrienahe angewandte Forschung, um insbesondere mittelständische Unternehmen bei ihrer Technologieentwicklung nachhaltig zu unterstützen. Mit dem INNO-KOM Modul IZ konnte IUTA 2017 erstmals 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 2017 rd. 4,8 Mio. Euro Zuwendungsmittel an andere Forschungsstellen in Deutschland weiter.

Flankierend zur Forschung führte das IUTA auch 2017 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 von IUTA in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft in NRW (JRF) verbunden ist.

Akkreditierungen und Zertifizierungen

Das IUTA verfügt in den vor allem für den wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb relevanten Bereichen über eine Vielzahl von Akkreditierungen, Anerkennungen und Zertifizierungen. So ist es anerkannter Ausbildungsbetrieb der IHK und die Bereiche *Forschungsanalytik & Miniaturisierung* sowie *Umwelthygiene & Spurenstoffe* (FA/UHS) sind durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) nach DIN EN ISO/EC 17025:2005 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. Neben dem erfolgreichen Überwachungsaudit durch die DAkkS hat IUTA 2017 zwei externe Audits durch Kunden aus der pharmazeutischen Industrie erfolgreich absolviert.

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 Entsorgungsfachbetriebeverordnung (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 zugehörenden 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 m^2 großes Grundstück in Duisburg, auf dem sich ein Hauptgebäude und drei Technikumshallen (zwei Doppelhallen und eine Einzelhalle) befinden. In Summe stehen ca. 2.680 m^2 Büro-/Laborflächen und ca. 5.200 m^2 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 2017 wurde die Ausstattung um ein(en)

– Hochdruck-Laborreaktor zur Untersuchung der katalytischen und photokatalytischen Reduktion von CO_2 inkl. µGC für Online-Analytik

– Spraypyrolyse-Reaktor im Technikumsmaßstab zur Herstellung von Nanopartikeln mit definierten Eigenschaften im 1 kg/Tag Maßstab

– Messgerät zur Erfassung der Partikelgrößenverteilung luftgetragener Partikel bei sehr niedrigen Konzentrationen (Reinraumzähler)

– Messgerät zur In-situ-Erfassung von Tropfengrößenverteilungen (Phase-Doppler)

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. den Universitäten Düsseldorf und Münster. 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) und den Fachhochschulen in Krefeld (FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik und FB Chemie) und Kleve (Fakultät Technologie und Bionik) 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 zwischen 20 und 30 Studierende am IUTA als wissenschaftliche Hilfskräfte beschäftigt.

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

1989 hatten sich die Mitinitiatoren der Gründung von 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 tatkräftig zu unterstützen.

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

Der FVEU wird von Herrn 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. Ultraschall-Strömungssensoren, Fluoreszenz-Partikelzähler, laserbasierte Aerosolspektrometer, Ramanspektrometer).

Aus dem Gebiet der chemischen, thermischen und mechanischen Verfahrenstechnik kommen Verfahren der Adsorption, Absorption, Katalyse und Filtration zum Einsatz. Durch zielgerichtete Kombination dieser Grundverfahren und/oder Entwicklung neuer Komponenten lassen sich maßgeschneiderte Lösungen entwickeln, 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 Technikumsanlagen 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.

Zudem bietet der Bereich auf Basis langjähriger Erfahrungen Dienstleistungen an, von der Konzeptionierung neuer und der Ertüchtigung bestehender Anlagen über die Erstellung von Studien bis hin zur Begleitung bei Genehmigungsverfahren.

Die Erstellung unabhängiger Gutachten, die Luftschadstoffmodellierung mittels Ausbreitungsrechnungen und statistischen Rezeptormodellen bilden hierbei einen Schwerpunkt; Betrachtungen zur Energieeffizienz sowie energiewirtschaftliche Bewertungen von Anlagenkonzepten und Optimierungsmaßnahmen runden das Leistungsspektrum ab.

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)	Multieffekt filter	(Konden-sations-, Nass-) Elektro-filtration	Strahl-wäsche
Partikulär (fest, flüssig, biogen)	< 10 µm					✓	✓	✓
	< 1 µm					✓	✓	✓
	<< 1 µm					✓	✓	✓
Gasförmig	Queck-silber	✓	✓	✓				
	NOx, SOx,..		✓	✓	✓			
	(S)VOC	✓			✓	✓		
	CO_2	✓	✓					

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.

Trends/neue Vorhaben im Bereich:

- Feinstaubabscheidung in Wäschern
- Photokatalytische Filter
- Partikelförmige Katalysatormaterialien zur Entfernung von NO_x aus Abgasen bei niedrigen Temperaturen
- Quecksilberabscheidung und Quecksilberdurchbruchsdetektion für Anwendungen in ab- und adsorptiven Prozessen
- Online-Hygienemonitoring von RLT-Anlagen
- Probenahmesystem für legionellenbelastetes Aerosol aus Rückkühlanlagen
- Immissionszusatzbelastungen durch diffuse Emissionen aus Industrieanlagen
- Einsatz nanoskaliger Partikelsysteme für wirkungsgradoptimierte Verbrennungsprozesse
- Alterungsbeständige Funktionalisierung von Filtermedien
- Vernetzte Sensoren zur Filterüberwachung und bedarfsgerechten Filterregeneration bzw. Filterwechsel on demand

- Effizienz von Luftfiltern bei hohen Luftfeuchten und Beaufschlagung mit H_2O-Tröpfchen
- Klassifizierung von RLT-Filtern nach ISO 16890
- Technische und wirtschaftliche Studien zu Power-to-X-Technologien

Aus der Vielzahl an Forschungsaktivitäten werden zwei Themenbereiche vorgestellt.

Untersuchung quecksilberhaltiger Gase

Untersuchungen zur Messung und Minderung von Quecksilberemissionen gehören seit vielen Jahren zu einem Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich *Luftreinhaltung & Aerosole*.

Grundlage für die Analyse gasförmiger Quecksilberkonzentrationen ist der Einsatz entsprechend sensitiver online-Messtechnik, die insbesondere auch den emissionsrelevanten Konzentrationsbereich bis hinunter zu wenigen µg/m³ abdeckt. Hierfür steht u. a. ein eignungsgeprüftes Gerät (HM 1400 TR der Firma Durag/Verewa) zur Verfügung, das zur Überwachung von behördlichen Grenzwerten an Großanlagen zugelassen ist. Wichtig für die Problemanalyse und die darauf basierende Entwicklung von verfahrenstechnischen Lösungsansätzen ist die Möglichkeit, sowohl die Gesamtquecksilberkonzentration als auch die Konzentration an elementarem Quecksilber zu vermessen. Durch die Bildung der Differenz der beiden Messwerte kann der Anteil des zweiwertigen Quecksilbers ermittelt werden. Alternativ stehen weitere Labor-Messgeräte für die zeitaufgelöste Hg-Konzentrationsmessung (Laborgerät VM 3000 der Fa. Mercury Instruments) zur Verfügung.

Neben der Analytik ist das Kernelement für erfolgreiche Untersuchungen eine verlässliche Hg-Konditionierung des Trägergases, die gasförmiges Quecksilber in unterschiedlichen Konzentrationen und Oxidationsstufen (Verbindungsformen) bereitstellen kann. Zur Generierung des gasförmigen Quecksilbers wird beispielsweise der Prüfgasgenerator HovaCAL mit anschließender Verdampfereinheit HovaPOR der Fa. IAS GmbH eingesetzt. Dabei wird $HgCl_2$-Lösung entsprechend einer am Gerät eingestellten Gaskonzentration bei 180 °C verdampft und mit dem Trägergasstrom isotherm vermischt. Zur Generierung von gasförmigem Hg(0) kann das Hg(II)-haltige Gas hinter dem Verdampfer durch eine Reduktionseinheit geleitet werden.

Alternativ besteht die Möglichkeit, $HgCl_2$ mit Natriumborhydrid zu reduzieren und so elementares Quecksilber in die Gasphase freizusetzen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass mit Hg(0) angereichertes Gas auch wasserfrei erzeugt werden kann.

Die Ausrüstung wird für unterschiedliche Forschungs- und Entwicklungsaufgaben eingesetzt. Dazu werden die Laborversuchsanlagen bedarfsgerecht an die jeweilige Aufgabenstellung adaptiert.

In 2017 wurden z. B. umfangreiche Untersuchungen zur Erforschung von Ad- und Chemiesorptionsvorgängen durchgeführt. Ein weiteres Beispiel ist die Aufnahme von Durchbruchskurven über eine Adsorbensschüttung zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit neuer bzw. optimierter Additive. Abb. 3-1 zeigt den schematischen Aufbau einer typischen Versuchsanordnung. Als Trägergas können Stickstoff, synthetische Luft oder Druckluft verwendet werden. Es besteht die Möglichkeit, dem mit Quecksilber konditionierten Abgasstrom eine weitere Schadgaskomponente über eine Gasflasche zuzudosieren.

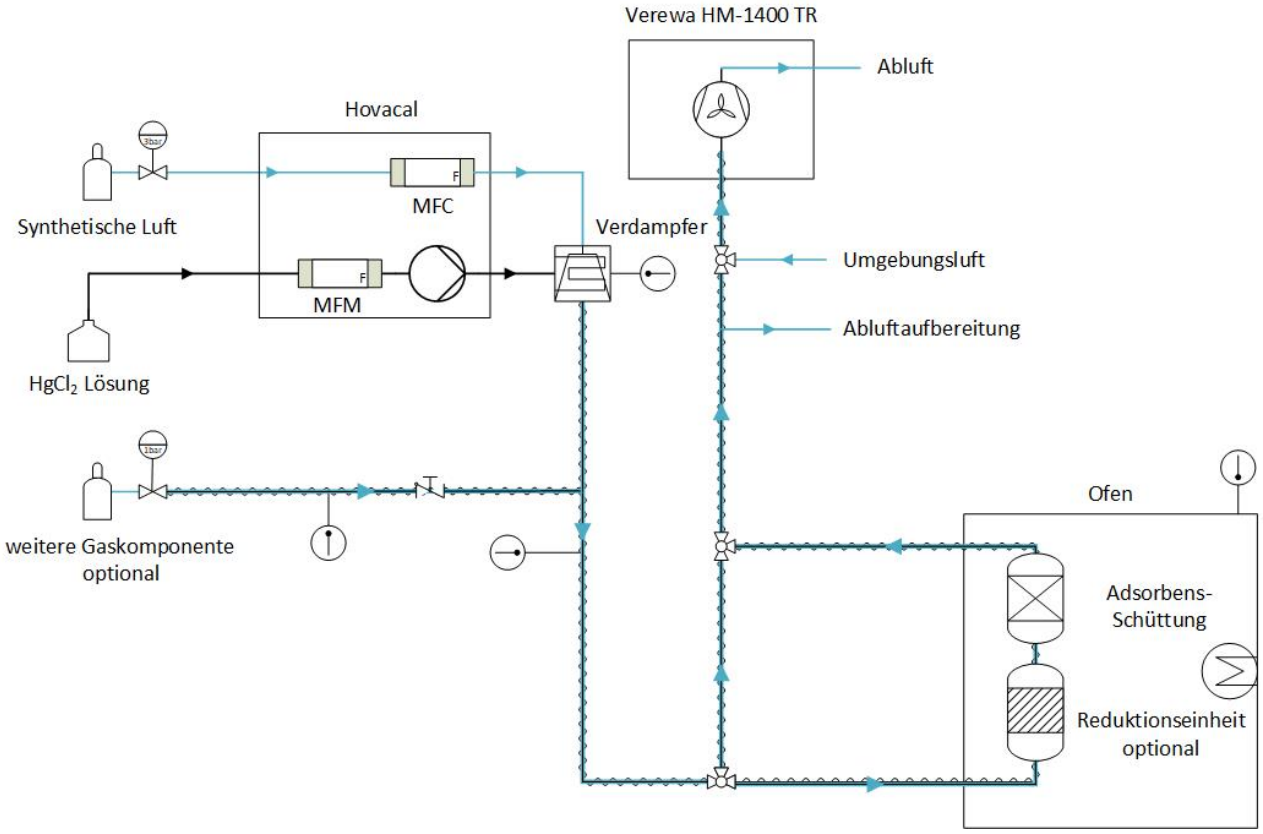


Abb. 3-1: Schematische Darstellung eines Versuchsaufbaus zur Vermessung von Durchbruchskurven

Zur Einstellung der gewünschten Betriebstemperatur (bis 200 °C) ist die Adsorbensschüttung in einem beheizbaren Schrank untergebracht. Um Kondensationseffekte auszuschließen, sind alle gasführenden Schläuche und Verbindungen vom Verdampfer bis zur Übernahmestelle am Hg-Analysator beheizt (> 180 °C). IUTA führt die Durchbruchsuntersuchungen aktuell für elementares Quecksilber und für Quecksilber in der Verbindungsform $HgCl_2$ durch. (Systembedingt enthält das mit $HgCl_2$ konditionierte Gas einen Anteil an Hg(0); dieser ist < 10 %.) Zur Erweiterung des Forschungsportfolios steht ab Mitte 2018 ein Labor-Wäscher zur Verfügung, mit dem die Quecksilberabsorption detailliert betrachtet werden kann. Geplant sind Untersuchungen zur Freisetzung von bereits in der Waschlösung absorbierten Quecksilberverbindungen mit dem Ziel, daraus Handlungsempfehlungen zur stabilen Einbindung des Quecksilbers in die Waschlösung ableiten zu können. Eine Skizze des Versuchsaufbaus zeigt Abb. 3-2.

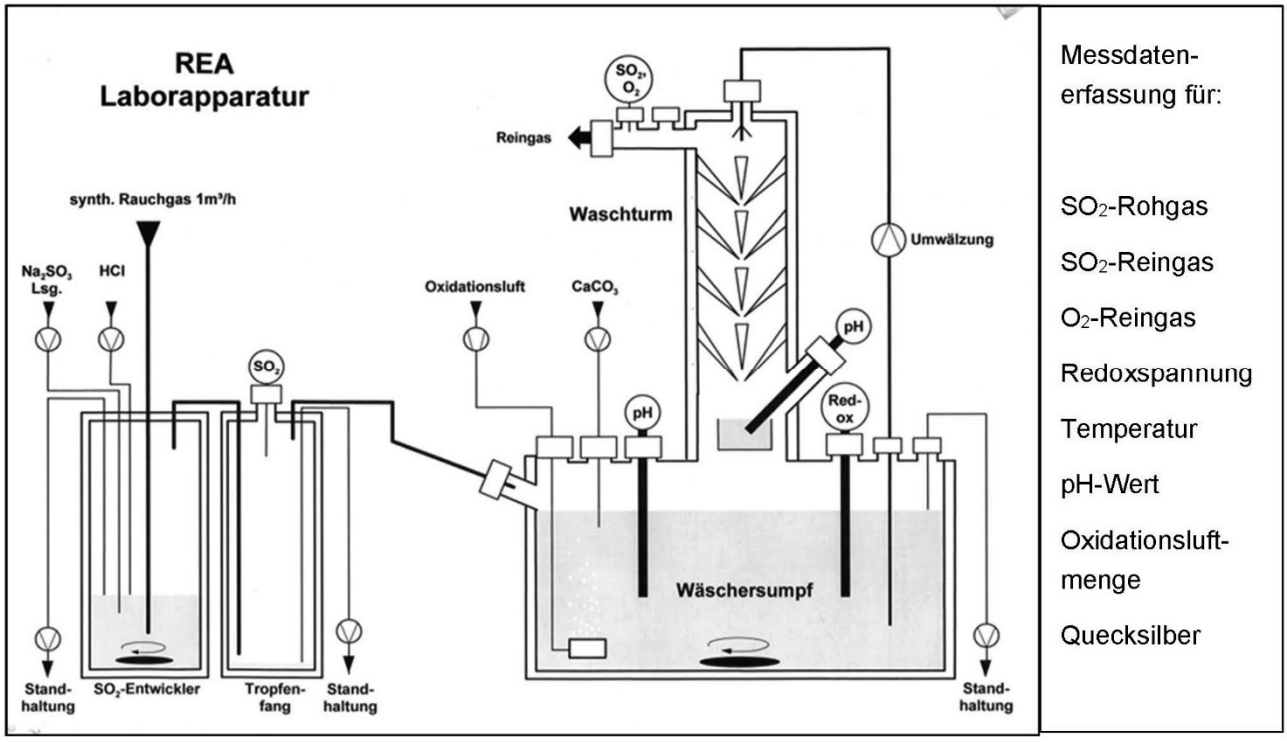


Abb. 3-2: Prinzipskizze des Labor-Wäschers und der geplanten Messtechnik

Festbettverfahren zur Chemical-Looping-Verbrennung

In dem IGF-Vorhaben 17738 N „Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical-Looping-Verbrennung gasförmiger Brennstoffe unter Verwendung nanoskaliger O_2-Carrier“ untersucht IUTA die Eignung von nanoskaligen Eisenoxiden zur Bereitstellung von Verbrennungssauerstoff. Das Chemical-Looping-Verfahren (CLC) ist eine innovative Feuerungstechnik für fossile Brennstoffe und wird vor dem Hintergrund der angestrebten CO_2-Emissionsminderung bei der Energieversorgung aus fossilen Brennstoffen in Kraftwerken intensiv untersucht. Dabei wird das CLC-Verfahren bisher hauptsächlich in Labor- und Technikumsanlagen unter Verwendung der Wirbelschichttechnik realisiert. Vorteilhaft ist u. a. die NO_X-freie Verbrennung. Ferner besteht das Abgas aus dem Brennstoffreaktor bei einer idealen Prozessführung nur aus CO_2 und H_2O, sodass sich auch die Option bietet, CO_2 abzuscheiden und einem Verwertungsprozess zuzuführen.

Bei dem von IUTA entwickelten Festbettverfahren sind die O_2-Carrier auf einem porösen Träger immobilisiert, der vom Brenngas durchströmt wird. Die Regeneration der O_2-Carrier erfolgt mit durchströmender Luft. Die dem CLC-Verfahren zugrundeliegenden Bruttoreaktionsgleichungen für gasförmige Brennstoffe lauten:

Umsatz gasförmiger Brennstoffe im Brennstoff-Reaktor:

$$C_mH_n + (2m+ n/2)\ Me_xO_y \leftrightarrow m\ CO_2 + n/2\ H_2O + (2m + n/2)\ Me_xO_{y-1} \quad (1)$$

Partielle Oxidation im Brennstoff-Reaktor:

$$CO + Me_xO_y \leftrightarrow CO_2 + Me_xO_{y-1} \quad (2)$$

$$H_2 + Me_xO_y \leftrightarrow H_2O + Me_xO_{y-1} \quad (3)$$

Reaktion im Luft-Reaktor:

$$Me_xO_{y-1} + ½\ O_2 \leftrightarrow Me_xO_y \quad (4)$$

Als Sauerstoffcarrier werden bisher oft Nickel bzw. Nickeloxide verwendet. Aufgrund der Kosten sowie der negativen Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekte von Nickel wird intensiv nach alternativen Materialien gesucht. Geeignet sind beispielsweise Eisenoxide.

Aus umfangreichen Untersuchungen verschiedener Forschungsgruppen zur Thermodynamik und Reaktionskinetik von O_2-Carrier auf Basis von Eisenoxiden ist bekannt, dass bei der Reduktion von Fe_2O_3 zu Fe_3O_4 keine Nebenreaktionen auftreten. Allerdings ist die Menge an freiem O_2 für die Oxidation des Brennstoffes hier sehr begrenzt. Wird jedoch eine weitere Reduktion bis zum FeO oder zum elementaren Fe berücksichtigt, weisen Eisenoxid-O_2-Carrier eine beträchtliche Oxidationskapazität von bis zu 0,3 g O_2/g Carrier auf. Allerdings nehmen mit zunehmender Reduktion die Nebenreaktionen mit unvollständiger Oxidation des Brennstoffes bei Bildung von CO und H_2 bis zur pyrolytischen Bildung von Rußablagerungen zu. Diese Nebenreaktionen mindern die Ausbeute bei der Brennstoffumwandlung signifikant.

Nanoskalige O_2-Carrier zeigen gegenüber den bisher verwendeten grobkörnigeren Materialien (100 bis 1000 µm) grundlegend andere Eigenschaften, insbesondere auch hinsichtlich der Reaktionsgeschwindigkeit.

Das CLC-Verfahren basiert auf einer Redoxreaktion mit einem Austausch von Sauerstoff zwischen der Gasphase und dem Carriermaterial. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird dabei bestimmt von einer schnellen Oberflächenreaktion und einer langsamen, diffusionsgetriebenen Austauschreaktion im Inneren des O_2-Carriers.

In dem Projekt werden γ-Fe_2O_3-Nanopulver (Maghemit) mit einer Partikelgröße von 10 bis 15 nm eingesetzt. Aus Untersuchungen anderer Forschergruppen an einer Schüttung von Hämatit (α-Fe_2O_3) mit einer Korngröße von 200 µm ist bekannt, dass an der schnellen Oberflächenreaktion eine 5 bis 6 nm starke Schicht teilnimmt. Daraus lässt sich schließen, dass das Reaktionsgeschehen bei den von IUTA eingesetzten Nanopartikeln ausschließlich durch die schnelle Oberflächenreaktion bestimmt wird. Aufgrund ihres großen Oberflächen- zu Volumenverhältnisses eignen sich nanoskalige O_2-Carrier daher dazu, die Reaktionsgeschwindigkeit zu erhöhen.

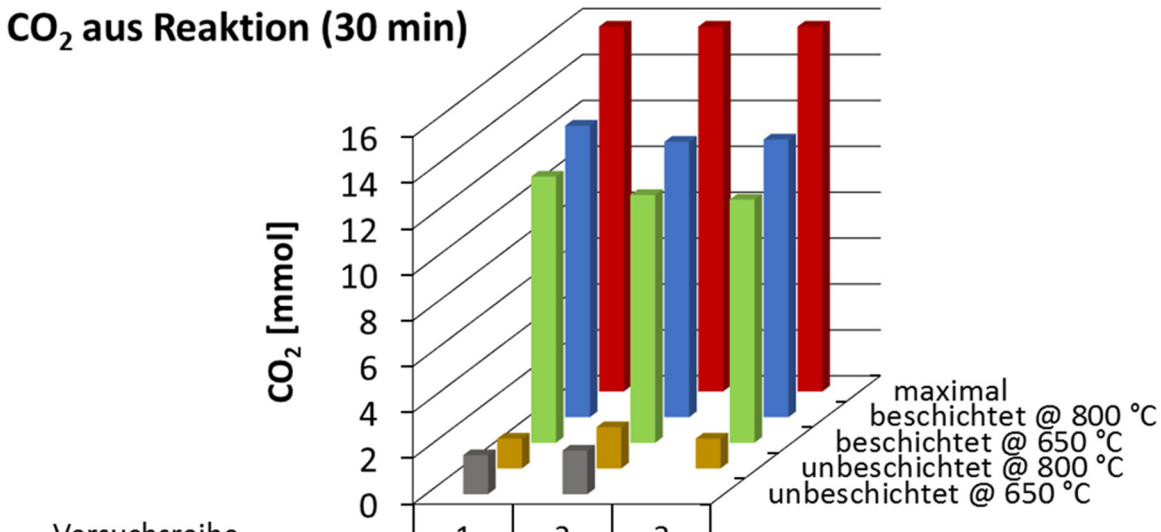
Als Trägermaterialien für die O_2-Carrier dienen in dem Forschungsprojekt offenporige Metall- und Keramikschäume, da sie eine große innere Oberfläche (bis zu 5.400 m²/g) für die Beschichtung mit Fe_2O_3-Nanopartikeln aufweisen. Ferner verfügen die offenporigen Schäume über eine günstige Strömungscharakteristik für die heterogenen Gas-Feststoffreaktionen in Brennstoff- und Luftreaktor. Sowohl Metalle als auch Keramiken auf Aluminium- und Zirkoniumoxidbasis verfügen über gute Wärmeleiteigenschaften, sodass die unterschiedlichen Temperaturen in Brennstoff- und Luftreaktor rasch eingestellt und der Wärmeüber-

gang zwischen dem Gas und dem Trägermaterial gefördert werden. Anhand charakteristischer Kenndaten wurden zunächst Metallschäume als Trägermaterialien ausgewählt und im Dip-Coating-Verfahren mit Fe_2O_3 beschichtet. Das Beschichtungsergebnis wurde u. a. mittels REM-Analysen kontrolliert.

Die beschichteten Schäume wurden in einem Rohrofen bei Temperaturen bis 800 °C mit Brenngas durchströmt. Entstehender Ruß wird bei der nachfolgenden exothermen Regeneration der O_2-Carrier mit durchströmender Luft abgebrannt.

Wie oben dargestellt, stellt die CLC-Verbrennung von Methan an Metalloxiden, insbesondere Eisenoxiden, ein komplexes Reaktionsgeschehen dar. Um Einblick in die wesentlichen Reduktionspfade der nanoskaligen Fe_2O_3-Carrier sowie den Einfluss der Beschichtung und des Trägermaterials auf die CO_2-Ausbeute zu erhalten, wurden daher zunächst umfangreiche Untersuchungen mit CO durchgeführt. Die Reaktion im Brennstoffreaktor folgt dabei Gleichung (2), die Regeneration im Luftreaktor Gleichung (4).

Die Untersuchung in einem Rohrofen zeigt bei der Oxidation von CO, dass die auf dem Metallschaum aufgebrachte Menge an Fe_2O_3-NP ausreicht, um zu einem deutlich messbaren Umsatz zu CO_2 zu führen (Abb. 3-3).



Versuchsreihe	1	2	3
unbeschichtet @ 650 °C	1,7	1,9	
unbeschichtet @ 800 °C	1,3	1,8	1,3
beschichtet @ 650 °C	11,6	10,8	10,6
beschichtet @ 800 °C	12,7	12	12,1
maximal	15,9	15,9	15,9

Abb. 3-3: CO_2 aus der Oxidation an einem Metallschaum: Einfluss der Beschichtung und Reaktionstemperatur

Entsprechend der durch Dip-Coating aufgebrachten Stoffmenge an Fe_2O_3 können bei dem untersuchten Metallschaum maximal 15,9 mmol CO_2 entstehen. Dies setzt eine Reduktion bis zum elementaren Eisen voraus. Eine Massenbilanz um die Versuchsanlage im Modus Brennstoffreaktor ergab, dass bei einer Temperatur von 800 °C und einer Versuchsdauer von 30 min jedoch maximal 12,7 mmol CO_2 gebildet werden. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass nicht das gesamte aufgebrachte Fe_2O_3 für die Reaktion zur Verfügung steht. Ursachen hierfür können eine Versinterung der Nanopartikel durch die wiederholte

thermische Belastung oder eine ungleichmäßige Beschichtungsdicke mit partieller Überlagerung mehrerer Lagen Nanomaterial sein. In beiden Fällen stünde nicht die vollständige Oberfläche des Nanomaterials für die O_2-Austauschreaktion zur Verfügung. Da bei REM-Aufnahmen der beschichteten Schäume nach dem Einsatz im Rohrofen kein eindeutiger Hinweis auf eine Versinterung festgestellt werden konnte, soll durch die Variation des Beschichtungsverfahrens hin zu einem mehrstufigen Materialauftrag durch Verwendung einer niedrigkonzentrierten Fe_2O_3-Suspension eine gleichmäßigere Beschichtungsdicke erreicht werden.

Wie bereits oben dargestellt, entsteht bei der Verbrennung von Methan in der Regel aufgrund der partiellen Oxidation zu CO und H_2 ein Gasgemisch von CH_4, CO_2, H_2O, CO und H_2. Da Fe_3O_4 ferner ein Doppeloxid der Form $FeO{\bullet}Fe_2O_3$ ist, sind bei der Verwendung von Eisenoxid als O_2-Carrier alle Oxidationsstufen des Eisens zu erwarten. Dies führt zu einem sehr komplexen Reaktionsverlauf, insbesondere da die Umwandlung von stöchiometrischem Eisenoxid Fe_2O_3 bzw. Fe_3O_4 in ein nicht stöchiometrisches Phasensystem unter reduzierenden Bedingungen wie im Brennstoffreaktor bereits bei Temperaturen knapp oberhalb von 300 °C beginnt. Die Reaktivität der Eisenoxide ist von ihrer Oxidationsstufe abhängig und nimmt von Fe_2O_3/Fe_3O_4 über Fe_3O_4/FeO bis zu FeO/Fe ab.

Orientierende Untersuchungen zur Verbrennung von Methan an den mit Fe_2O_3 beschichteten Metallschäumen im Rohrofen bestätigten die Bildung von CO. Insgesamt konnte deutlich weniger CO_2 nachgewiesen werden, als sich aufgrund der Stöchiometrie erwarten ließ. Die Untersuchungen werden nach Abschluss des Messauftrages zur Bestimmung der O_2-Aufnahme aller eingesetzten Materialen fortgesetzt. Dabei steht die Aufklärung möglicher Nebenreaktionen, die zusätzlich zu einer Reduktion der Eisenoxide führen können, im Fokus. So sind sowohl CO als auch H_2 starke Reduktionsmittel.

Nach Abschluss der Entwicklungsarbeiten erfolgt im kommenden Jahr die Bewertung, ob eine Umsetzung in ein technisches Konzept aussichtsreich ist. Möglicherweise sind die zugrundeliegenden Reaktionsmechanismen bei der Verwendung von Eisenoxiden als Sauerstoffcarrier für die Verbrennung von Methan zu komplex. Daher ist gegebenenfalls der Wechsel auf einen anderen nanoskaligen O_2-Carrier für die Entwicklung eines CLC-Festbettbrenners zielführend.

Hauptanwendungsgebiete des neuen Verfahrens sollen nach weiteren Entwicklungen einerseits die Energieerzeugung aus Erd- oder Biogas im derzeitig unteren Leistungssegment von Gasbrennern sein. Das Verfahren bietet nach erfolgreichem Scale-up auch Entwicklungsoptionen für weitere Anwendungen in der Energietechnik wie z. B. in Brennkammern für Gasturbinen mit und ohne Abwärmenutzung sowie in Brennern für Industrieöfen, aber auch in gasbetriebenen Infrarotheizungen bzw. -strahlern z. B. für industrielle Trocknungsprozesse. Insbesondere bei der Weiterentwicklung etablierter Verbrennungstechnologien sind viele kleine oder mittelständische Unternehmen beteiligt, sodass durch das Vorhaben für diese Unternehmen Wissen zur Entwicklung einer neuen Gasbrennertechnologie sowie der zugehörigen Peripherie generiert wird.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 17738 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.

3.2 Luftreinhaltung & Filtration

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* forscht und entwickelt in der Partikel- und Gasfiltration sowie der Partikel- und Gasmesstechnik. Er verfügt über eine breite messtechnische Ausstattung und eine Vielzahl aufwändiger Prüfstände, die sowohl zur normgerechten Prüfung von Filtern oder Adsorbenzien als auch für die Entwicklung neuer Materialien oder Messtechnik eingesetzt werden. Die Anwendungsbereiche umfassen dabei ein weites Spektrum. Es reicht von der Filtration in raumlufttechnischen 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.) oder zur Erfassung der (persönlichen) Exposition gegenüber (Nano-)Partikeln. Durch die Kombination der breit gefächerten Expertise der Mitarbeiter lassen sich zudem maßgeschneiderte Lösungen für vielfältige Anwendungen entwickeln.

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* verfügt über eine Vielzahl von Prüfständen, die in der Tabelle 3-2 zusammengefasst sind.

In einem Prüfstand gemäß der europäischen Norm EN 779 können Filter unterschiedlicher Filterklassen für raumlufttechnische (RLT) Anlagen geprüft werden. Dieser Prüfstand ist zudem geeignet, Filter nach der neuen Norm ISO 16890 zu klassifizieren. Der automatisierte Prüfstand erlaubt Volumenströme zwischen 400 und 5000 m³/h bei konstanter Temperatur zwischen 20 und 60 °C und relativer Luftfeuchtigkeit bis zu 98 %.

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

	Prüfstand *Norm* Volumenstrom	RLT-Filter *(EN779, ISO 16890)* 400-5000 m³/h	Druckluft *(ISO 12500)* 1-3000 m³/h	Kfz Filter *(DIN 71460, ISO 11155)* 60-800 m³/h	MFP *(DIN EN 1822-3)* 1-35 m³/h	Raumluft-reiniger *(DIN 44973-100[3], GB T18801-2015)*	Gerüche 50-250 m³/h	Tox 1-25 m³/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

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 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 einzuhalten, um so z. B. das Drainageverhalten oder den abströmseitigen Wiedereintrag von Öltröpfchen in Abhängigkeit von der Temperatur zu verfolgen.

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

Der Medienfilterprüfstand (MFP) erlaubt es, Filterronden mit einer angeströmten Querschnittsfläche von 100 cm² mit einer großen Bandbreite an Anströmgeschwindigkeiten sowie mit verschiedensten Testaerosolen zu vermessen.

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* verfügt weiterhin über einen variablen Prüfraum, in dem z. B. 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 ist eine 3 m³ große Kammer zur definierten Alterung der eingesetzten Filter, z. B. mit Zigarettenrauch oder Formaldehyd gemäß GB T 18801-2015, vorhanden.

Ein weiterer Prüfstand 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 auch das Abgas eines Dieselmotors sowie Zigarettenrauch zum Einsatz kommen.

Zu guter Letzt gibt es einen einzigartigen Prüfstand, der es erlaubt, sicher mit toxischen und hochtoxischen Gasen umzugehen, um z. B. deren Adsorption an Schüttungen von Adsorbenzien, 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.

Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter

Partikelfilter finden heutzutage universelle Anwendung in zahlreichen Gebieten, 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 gerin-

gem Druckverlust zu erreichen. Deshalb kommen häufig Elektretfilter zum Einsatz, bei denen die mechanische Abscheidung durch die Coulombwechselwirkung zwischen geladenen Fasern und geladenen Partikeln (Elektrophorese) oder durch Wechselwirkung von geladenen Fasern mit induzierten Dipolen in geladenen oder neutralen Partikeln (Dielektrophorese) unterstützt wird.

Um ein tieferes Verständnis zur Abhängigkeit dieser Mechanismen von Größe und Ladung der Testaerosolpartikel zu erlangen, wurde im Rahmen des Projekts zunächst ein unipolarer Diffusionsauflader entwickelt und umfassend charakterisiert. Bei der Untersuchung verschiedener Filter zeigte sich, dass die Abscheideeffizienz für geladene Partikel stets höher als für neutrale ist. Dieser Effekt ist auf die Elektrophorese zurückzuführen, deren Stärke mit steigender Partikelladung ebenso wie mit steigender Faserladung zunimmt. Die beobachteten Unterschiede zwischen positiver und negativer Polarität sind gering, was darauf hinweist, dass die Filter bipolar mit etwa gleicher Menge an positiver und negativer Ladung geladen sind, da ansonsten die bevorzugte Abscheidung bei einer Polarität zu erwarten wäre.

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 spätestens ab Mitte 2018 vollständig ersetzen wird, schreibt hingegen eine Entladung der kompletten Filter in mit Isopropanoldampf 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. Um hierzu neue Erkenntnisse zu gewinnen, wurden verschiedene Filter in Isopropanol getränkt sowie in mit Isopropanoldampf gesättigter Luft entladen. Vor und nach der Entladung wurden die Fraktionsabscheidegrade für ein Natriumchlorid-(NaCl)-Aerosol bestimmt, wie exemplarisch in Abb. 3-4 gezeigt ist.

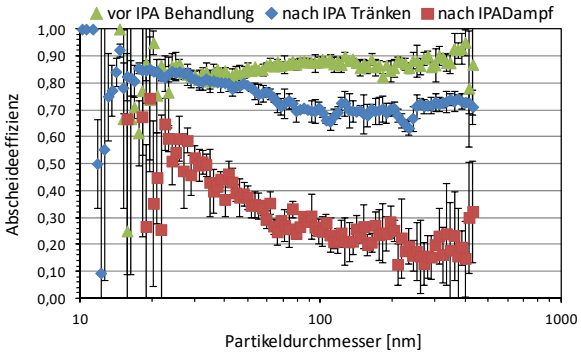


Abb. 3-4: Abscheideeffizienz eines Filters im Neuzustand (grün), nach Tränken in Isopropanol (blau) und nach Entladung in mit Isopropanol gesättigter Luft (rot)

Dabei zeigte sich, dass sich die Abscheideeffizienz nach der Behandlung für die beiden Methoden bei einigen Filtermaterialien teils erheblich unterschied, was auf unterschiedliche Entladungszustände hindeutet. Je nach Filtertyp wurde dieser entweder bei der Dampfentladung nach 24 h nicht vollständig entladen oder das einmalige Tränken in Isopropanol hat nur zu einer Teilentladung geführt. Bei Anwendung der Normen ist also besonders darauf zu achten, dass eine vollständige Entladung tatsächlich erreicht wird.

Es zeigte sich weiterhin, dass auch bei den entladenen Filtern geladene Partikel im Vergleich zu neutralen Partikeln deutlich besser abgeschieden werden. Da die Fasern nach der Entladung keine Oberflächenladungen mehr tragen, lässt sich dies nicht durch Elektrophorese oder Dielektrophorese erklären, sondern ist vermutlich auf Bildladungseffekte zurückzuführen. Dabei induzieren geladene Partikel in ungeladenen Fasern Oberflächenladungen, wobei sich durch die gegenseitige Wechselwirkung die Abscheideeffizienz erhöht. In der Literatur wird dieser Effekt oft als vernachlässigbar bezeichnet oder vollständig ignoriert, kann

aber wie hier gezeigt für hochgeladene Aerosole offenbar durchaus von Relevanz sein.

Während die bisher vorgestellten Untersuchungen alle mit NaCl erfolgten, wurden auch Versuche mit Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat (DEHS) durchgeführt. Dies ist von besonderem Interesse, da die neue ISO 16890 beide Arten von Testaerosolen vorsieht. Wie in Abb. 3-5 gezeigt, unterscheiden sich die Abscheideeffizienzen für DEHS und NaCl über den gesamten überlappenden Partikelgrößenbereich deutlich, wobei die Abscheideeffizienz für NaCl durchgehend höher ist.

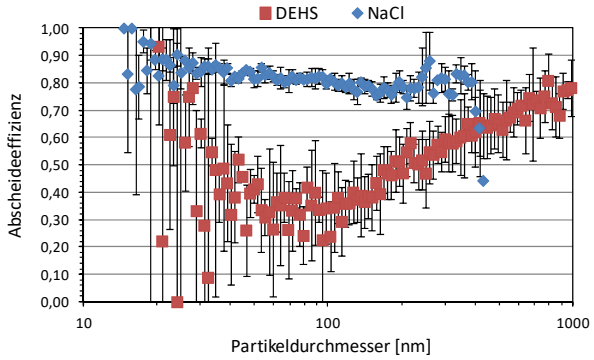


Abb. 3-5: Vergleich der Fraktionsabscheidegrade gemessen mit DEHS (rot) bzw. NaCl (blau)

Die Gründe dieser starken Abweichung sind bisher nicht vollständig verstanden. Unterschiede in der Ladungsverteilung der Aerosole lassen sich als Ursache ausschließen, da die Diskrepanzen auch weiterhin bestehen bleiben, nachdem beide Aerosole mit einem ^{85}Kr-Neutralisator in einen bipolaren Gleichgewichtszustand gebracht wurden. Eine andere mögliche Erklärung wären Unterschiede in der dielektrophoretischen Abscheidung, deren Stärke von der Dielektrizitätskonstante des Partikelmaterials abhängt. Da sich die Dielektrizitätskonstanten von NaCl und DEHS jedoch nur um etwa 15 % unterscheiden, erscheinen die hier beobachteten starken Abweichungen auf den ersten Blick überraschend hoch. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

Zusätzlich zu den experimentellen Arbeiten führen die Projektpartner am Lehrstuhl für mechanische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern numerische Simulationen durch, die es erlauben, die Partikelabscheidung auf der Mikroskala im Detail zu untersuchen. Dazu werden zunächst die geometrischen Parameter der Medien (Faserdurchmesser, Porosität, Dicke, etc.) bestimmt und dann über generierte Modelle oder Tomographien möglichst realitätsnah für die Simulationen bereitgestellt. Hier wurden neben den mechanischen Abscheidemechanismen auch bereits die Elektro- und Dielektrophorese eingebunden, in Kürze sollen auch Bildladungseffekte berücksichtigt werden können. Ziel der Simulationen ist es, nach entsprechender Validierung durch Vergleich mit experimentellen Daten zuverlässige Vorhersagen zur Filterqualität in Abhängigkeit von den Auslegungsparametern machen zu können, ohne Experimente heranziehen zu müssen.

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:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
AiF Forschungsnetzwerk Mittelstand

Multifunktionale Vliesstoffschichten zum Erreichen effizienter und nachhaltiger Filtrationslösungen zur wirtschaftlichen Aufbereitung von Druckluft für industrielle Prozesse

Projekt: SusFil – Sustainable Filtration

Das Forschungsthema wurde im Rahmen der BMBF-Förderung als Verbundvorhaben durch folgende Projektpartner bearbeitet:

- Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)
- Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
- Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG
- Reifenhäuser REICOFIL GmbH & Co. KG
- Innovatec Microfibre Technology GmbH & Co. KG

Gesamtziel des Verbundprojekts „Sustainable Filtration“ war die Entwicklung neuartiger Filterelemente zur Druckluftaufbereitung. Als Filtermedien wurden Faser- und Filament-Spinnvliesstoffe für die Vorfiltration und Feinfaser-Spinnvliesstoffe (Meltblown) für die Feinfiltration entwickelt. Zum Erreichen der benötigten Funktionalitäten wurde der Vliesstoffherstellungsprozess maschinen-technisch und technologisch im Hinblick auf die neuen Anforderungen untersucht. Zur Funktionalisierung wurde nanoskaliges Material, Kohlenstoffnanoröhrchen (Carbon Nano Tubes, CNTs), hinsichtlich der Einbindung in die Fasermatrix über Additivzusätze betrachtet. Durch geeignete Anbindungen wurde eine dauerhafte Fixierung der Nanomaterialien auf dem Trägermedium angestrebt. Eine unbeabsichtigte Freisetzung von Nanopartikeln sollte ausgeschlossen werden.

Die direkte Einbindung der CNTs über Additivzusätze in die Polymerschmelze konnte nicht zufriedenstellend umgesetzt werden. Die durchgeführten Luftdurchlässigkeitsmessungen ergaben an den Medienkombinationen mit CNT-dotierten Medien sehr geringe Werte, was einem deutlichen Druckabfall entspricht. Die Abscheidegrade (Filtereffizienzen, Fraktionsabscheidegrad und Abscheidegrad im MPPS) lagen bei allen untersuchten Medien bzw. Medienkombinationen in einer ähnlichen Größenordnung. Messungen zeigten, dass bei den Medienkombinationen mit CNT-dotierten Medien im Vergleich zu den Kombinationen ohne CNT-dotiere Medien keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren.

Im Projektverlauf wurden weitere Möglichkeiten zur Aufbringung der CNTs auf die Fasermatrix der Filtermedien sondiert. Zur Funktionalisierung der Faser- und Filament-Spinnvliesstoffe wurden die nasschemischen Verfahren Aerosolieren, Imprägnierung und Sprühapplikation untersucht. Ein gleichmäßiger Auftrag der CNTs auf die Fasern wurde mittels automatisiertem Sprühauftrag erreicht. Eine angepasste Untersaugung verhinderte eine Segelbildung der CNT-Dispersion zwischen den Fasern. Die Filtrationseigenschaften der Vliesstoffe konnten insbesondere in der Drainagewirkung verbessert werden. Der Qualitätsfaktor bei den CNT-funktionalisierten Medien war stets höher als bei den entsprechenden Medien ohne CNTs. Der Druckverlust im Sättigungszustand war bei den CNT-funktionalisierten Medien in allen Fällen geringer. Zur Testung des antibakteriellen Effektes wurden verschiedene Verfahren innerhalb des Projektes erarbeitet. Eine biozide Wirkung war nicht nachzuweisen. Zur Bewertung der Eigenschaften der CNT-Medien in Bezug auf Druckluft-Koaleszenzfilter wurden die Vliesstoffe problemlos plissiert und zu Filterpatronen konfektioniert. Emissionen von CNTs beim Durchströmen des Filtermediums, im Drainageablauf, beim Plissieren und Schneiden waren nicht nachweisbar. Die CNTs waren abriebsicher im Vliesstoff platziert. Es wurde eine Sensorik entwickelt, welche die Erfassung von Druck und Temperatur, die Ist-Belastung (Volumenstrom

durch das Filtergehäuse) und die Filterbeladung eines Druckluftfilters (Druckabfall an der Filterpatrone) über die gesamte Betriebsdauer ermöglicht. Das Gesamtziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Danksagung:

Das BMBF-Vorhaben 03X0138 wurde über den Projektträger Jülich im Rahmen des Programms „NanoMatTextil“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

PROJEKTTRÄGER FÜR DAS

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

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* befasst sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen und technischen Entwicklungen zur Verbesserung des Arbeits- und Umweltschutzes beim Umgang mit toxischen Arzneimitteln, insbesondere Zytostatika und Antibiotika, sowie persistenten Spurenstoffen 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 eine mögliche Maßnahme zur Reduzierung des Eintrags von Spurenstoffen in die Gewässer dar.

Bislang existieren für diese Spurenstoffe jedoch keine gesetzlichen Grenzwerte. Die beiden Hormone 17β-Estradiol (E2) und 17α-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 erfolgte eine Erweiterung der „watch-list“ um das natürliche Hormon Estron (E1), die Makrolidantibiotika Erythromycin, Clarithromycin und Azithromycin, vier Neonikotinoide sowie Oxadiazon, Methiocarb, 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol, Triallat und 2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat [EU/495/2015].

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.

Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW

Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW bündelt Informationen und Kompetenzen zu „Mikroschadstoffen im Wasserkreislauf” in Nordrhein-Westfalen. Es arbeitet im Auftrag des nordrhein-westfälischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV NRW) in einer Arbeitsgemeinschaft bestehend aus dem IUTA, dem Ingenieurbüro SWECO GmbH in Köln, das die Federführung innehat, dem IWW (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH) und der IKU GmbH (Dialoggestalter mit Sitz in Dortmund). Weiterhin eingebunden sind 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). Zentrales Anliegen ist die Förderung des nationalen und internationalen Erfahrungsaustauschs zur Elimination von Mikroschadstoffen in Gewässern, z. B. mit dem Land Baden-Württemberg sowie Behörden aus den Nachbarländern Schweiz und den Niederlanden. Dazu bündelt das Kompetenzzentrum vorhandenes Wissen zur Behandlung von Mikroschadstoffen, wertet dieses aus und bereitet es zur Nutzung für eine breite Fachwelt auf. Das Kompetenzzentrum steht zudem beratend als Gesprächspartner für Abwasserentsorger, Analyselaboratorien, Behörden und Kommunen, Ingenieurbüros sowie Trinkwasserversorger zur Verfügung.

Minimierung der Einträge von Röntgenkontrastmitteln ins Abwasser in Mülheim an der Ruhr – Projekt ME**RK´M**AL

Bei radiologischen Untersuchungen sind Röntgenkontrastmittel (RKM) heutzutage nicht mehr wegzudenken. Sie werden von den Patientinnen und Patienten vor der Untersuchung aufgenommen und in der Regel innerhalb eines Tages mit dem Urin wieder ausgeschieden. Dabei wirkt sich der menschliche Stoffwechsel kaum auf die RKM aus. RKMs werden unverändert über die Niere ausgeschieden und gelangen somit über das Abwasser von Krankenhäusern, radiologischen Praxen und privaten Haushalten in das kommunale Abwassersystem. Der Abbau von RKM in kommunalen Kläranlagen ist aufgrund deren Persistenz nur unzureichend. Auch eine Erweiterung der kommunalen Kläranlagen um eine sogenannte 4. Reinigungsstufe (erweiterte Abwasserreinigung zur Spurenstoffelimination) führt im Falle der RKM nicht zu einer ausreichenden Elimination dieser Stoffe. Über den Eintragsweg Kläranlage gelangen die Stoffe im µg/L-Bereich in Oberflächengewässer und von dort in Rohwässer der Trinkwasseraufbereitung. Nach derzeitigem Kenntnisstand besitzen RKM keine toxikologische Wirkung auf Menschen oder die aquatische Umwelt. Aus Vorsorgegründen ist eine Reduzierung der RKM in Oberflächengewässern unter einen Wert von 1 µg/L allerdings anzustreben.

Genau an diesem Punkt setzt das Projekt ME**RK´M**AL an. Das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Forschungsprojekt wurde unter Federführung des IWW Zentrums Wasser in Kooperation mit dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) und der IKU GmbH durchgeführt. Begleitet wurde das Projekt durch einen Führungskreis unter der Schirmherrschaft des Mülheimer Oberbürgermeisters Ulrich Scholten und unter der Führung durch RWW-Geschäftsführer Dr. Franz-Josef Schulte durch namhafte Vertreter der Wasserwirtschaft, der Medizin, der Industrie und der Wissenschaft.

Durch die Ausgabe und Anwendung von Urinbeuteln bei jeder radiologischen Untersuchung mit iodierten RKM sollen diese zurückgehalten werden, sodass die RKM nicht mehr in den Wasserkreislauf gelangen können. Die Entwicklung eines Konzeptes für logistische Fragestellungen und der Implementierung der Urinsammlung in den laufenden Betrieb in Krankenhäusern und radiologischen Praxen waren ebenso Teil des Projektes, wie die analytische Erfolgskontrolle des Rückhaltes von RKM.

Die Ergebnisse der ersten Phase des Projektes wurden auf einer Bilanzveranstaltung am 06.03.2018 der Öffentlichkeit vorgestellt. Im Rahmen des ME**RK´M**AL-Projektes konnte das Sammlungskonzept erfolgreich in Mülheim an der Ruhr implementiert werden. Dank guter Anleitung, Unterstützung bei Organisation und Kommunikation war das Sammlungskonzept mit vertretbarem Aufwand für die medizinischen Partner umsetzbar. Bis zu 87 % der teilnehmenden Patienten nutzten die Urinbeutel. Durch eine Hochrechnung wurde der RKM-Rückhalt in Mülheim auf ca. 210 kg/Jahr und für das Ruhrgebiet auf 1.300 bis 5.700 kg/Jahr abgeschätzt.

Die zusätzlichen Kosten durch Implementierung der Urinsammlung bei der Behandlung mit iodierten Röntgenkontrastmitteln werden mit durchschnittlich 2 bis 11 % abgeschätzt. Eine weitere Beobachtung war ein gesteigertes Umweltbewusstsein bei den Patienten. Patienten, die, sensibilisiert durch die Aktion, sich nach deren Fortsetzung erkundigten oder auch kritisch hinterfragten, ob die Entsorgung über eine Müllverbrennungsanlage nicht eine Verlagerung des Problems bedeutet. Letzteres kann durch die vorhandene Rauchgasreinigung der MVA ausgeschlossen werden.

Durch die Benutzung der Urinbeutel konnte die Konzentration einzelner Röntgenkontrastmittel im Abwasser deutlich reduziert werden.

In Abb. 3-6 sind die Konzentrationen der in den vier medizinischen Einrichtungen verwendeten Röntgenkontrastmittel im Ablauf der Kläranlage, in welche das Abwasser der Stadt Mülheim an der Ruhr eingeleitet wird, dargestellt. Für vier der fünf betrachteten RKM konnten niedrigere Konzentrationen während der Sammelphase beobachtet werden. Aufgrund des großen Einzugsgebietes der Kläranlage sind die Effekte der Sammelphase nicht deutlicher messbar, da der Abwasseranteil der Stadt Mülheim an der Ruhr lediglich zwischen 30 und 50 % des Gesamtabwassers der Kläranlage beträgt.

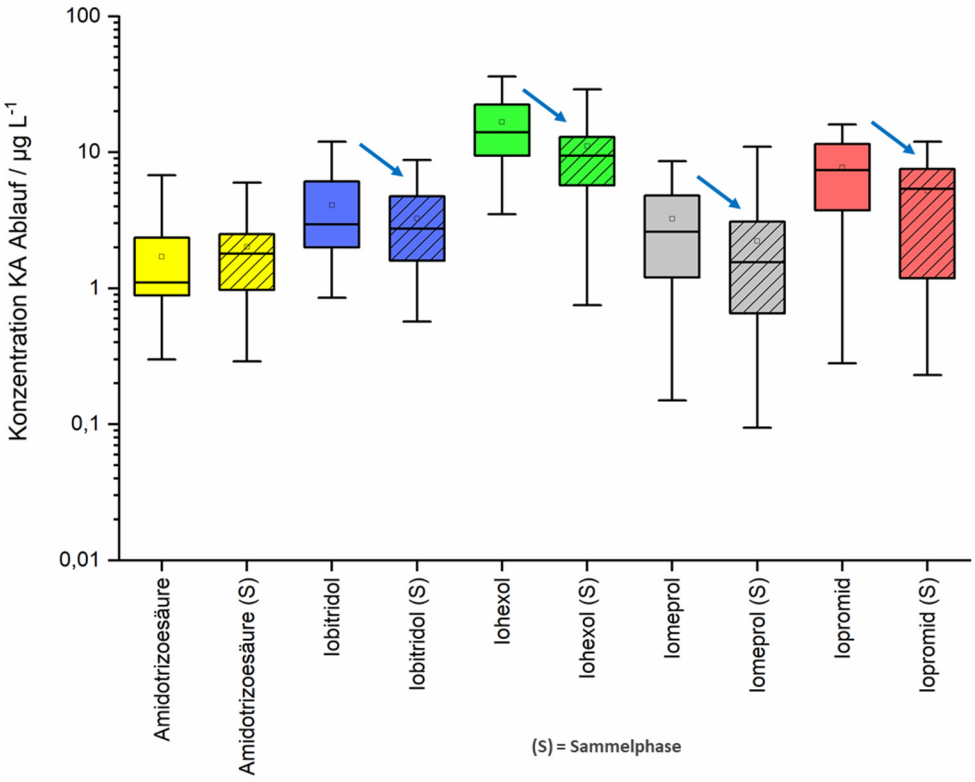


Abb. 3-6: Reduzierung der Konzentrationen der RKM im Ablauf der Kläranlage außerhalb und während der Sammelphase des Urins mittels Urinbeuteln

Als Fazit können die Projektergebnisse folgendermaßen zusammengefasst werden: Der ME**RK´M**AL-Ansatz stellt einen gelungenen Beitrag zur Minderung von Röntgenkontrastmitteln in Gewässern dar. Die Verfolgung von Vermeidungsstrategien anstelle von End-of-pipe-Lösungen entspricht passgenau der Spurenstoffstrategie des Bundes. Dabei können RKM als Modellsubstanzen für weitere Arzneimittel betrachtet werden. In der nächsten Phase soll das Pilotprojekt auf das gesamte Einzugsgebiet der Ruhr ausgeweitet werden.

Danksagung:

Das Forschungsprojekt DBU AZ 28739/02-23 wird durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem IWW Zentrum Wasser durchgeführt.

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

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 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 (International 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, Occupatinal Exposure Limit) liegt bei diesen Substanzen bei 1 – 10 µg/m^3. Bei OEB 5 liegt der OEL-Wert unter 1 µg/m^3, wodurch der Einsatz von besonders empfindlichen HPLC-MS/MS- und HPLC-ICP-MS-Analysenmethoden notwendig wird. Für monoklonale Antikörper wurde im Jahr 2017 erstmalig eine Methode für Partikelmessungen entwickelt. Die ersten Praxisuntersuchungen in Apotheken und der pharmazeutischen Industrie finden 2018 statt.

Ergänzend zur Prüfung und Zertifizierung von persönlicher Schutzausrüstung (Handschuhe, Kittel etc.) bei benannten Stellen (sog. Notified Body) bietet 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-MS^n sowie hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) angeboten.

Organisatorisch arbeitet der Bereich sehr eng mit den beiden *Forschungsanalytik*-Bereichen zusammen. Im Jahr 2017 wurden zwei Kundenaudits sowie das Überprüfungsaudit durch die DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005 erfolgreich durchgeführt. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 festgelegten Umfang.

E-Liquid-Analytik

Seit Mitte 2016 bietet IUTA neben der Untersuchung von Zigarettenrauch auch Untersuchungen von Liquids und Basen für E-Zigaretten nach TPD 2 mit einem hierfür extra angeschafften 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 Nikotingehalts 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 im Jahr 2017 die Bestimmung von Nitrosaminen für den Bereich E-Liquids als auch Zigarettenrauch mit ins Programm genommen. 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
- Baker SPE-Einheit zur manuellen Probenvorbereitung
- Dionex ASE200
- Gefriertrocknung beta 1-16 LDG 2-m (Martin Christ Gefriertocknungsanlagen GmbH)

Messsysteme

- Shimadzu Prominence LC-20 mit AB Sciex Q TRAP 3200
- Agilent 1100 HPLC mit AB Sciex API 3000
- Eksigent Express LC-ultra mit AB Sciex Q TRAP 6500
- Eksigent Express LC-ultra/PICO online SPE mit AB Sciex Q TRAP 6500^{+}
- Thermo ISQ GC-MS und Agilent 6890N 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
- Mikrotiterplatten-Reader Tecan Sunrise
- Camag ATS4, AMD 2 und Scanner 3 für HPTLC

Permeationsprüfstände und Untersuchungen von Medizinprodukten

- Permeationszelle
- Dachrinnentest
- Falltest
- Überprüfung von geschlossenen Systemen für die Zytostatikaherstellung

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung

Die kontinuierliche Fortführung von bereits in 2016 begonnenen Arbeiten und die Bearbeitung thematisch neuer Forschungsvorhaben auf den Arbeitsfeldern Gasreinigung, emissionsarme Energiebereitstellung, Energiespeicherung und Rückgewinnung wertvoller Ressourcen standen im Mittelpunkt der Aktivitäten im Berichtsjahr 2017.

Neu in 2017 begonnene Forschungsvorhaben betreffen die Entwicklung von Verfahren zur Gasreinigung und zur Hochtemperaturwärmespeicherung. Gemeinsam mit dem Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie (fem, Schwäbisch Gmünd) wird ein einfaches, kompaktes Katalysatorsystem zur Oxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid entwickelt, das mit einer neuartigen Katalysatorkonfiguration arbeitet. Im Gegensatz zu etablierten Verfahren zur katalytischen Abgasreinigung zeichnet sich das neue Verfahren durch einen geringen Platzbedarf und einen hohen energetischen Wirkungsgrad aus und ist besonders zur Behandlung von kleineren Abgasströmen geeignet.

In einem weiteren in 2017 begonnenen Forschungsvorhaben werden die erfolgreichen Arbeiten zur Entwicklung eines chemischen Hochtemperaturwärmespeichers auf der Basis von Mg_2FeH_6 fortgeführt. Dabei werden ermittelte Schwachstellen und Probleme der im Vorläufervorhaben entwickelten und aufgebauten Anlage beseitigt und das Verhalten der Anlage im Langzeitbetrieb untersucht.

Die bereits in Vorjahren begonnenen Forschungsvorhaben wurden gemäß der jeweiligen Zeit- Arbeitspläne weitergeführt. Hervorzuheben ist das Projekt zur Entölung von Schleifschlämmen und Spänen, das zusammen mit mehreren Industriepartnern und der Universität Duisburg-Essen durchgeführt wird. Es ist den Partnern gelungen, den Durchsatz von Schlämmen bei ansprechendem Reinigungserfolg bei gleicher Geometrie der zum Einsatz kommenden Reinigungsförderschnecken um den Faktor 10 zu steigern. Das Ziel, das Verfahren bis zur Industrietauglichkeit zu entwickeln, erscheint somit realisierbar.

Im Vorhaben TherMemPlus wird eine Membrantechnologie zur Trennung von Wasserdampf und Kohlendioxid bei höheren Temperaturen entwickelt und an einer Biogasanlage erprobt. Innerhalb der Kreisläufe chemischer Gaswäschen zur CO_2-Abtrennung aus Biogas oder Abgasen wird Wasserdampf als Wärmeträger sowie zum CO_2-Austrag erzeugt, um das umlaufende Waschmittel, meist wässrige Aminlösungen, kontinuierlich zu regenerieren. Das im Desorber abgetrennte CO_2 fällt dabei im Gemisch mit Wasserdampf an. Vor allem für das Verdampfen von Wasser wird in erheblichem Umfang Wärmeenergie benötigt, die bei der Abtrennung durch Abkühlung und Kondensation des Wasserdampfs teilweise verloren geht. Durch die speziellen keramischen Membranen, die beim Projektpartner LIKAT, Rostock, entwickelt wurden, ist es möglich bei Temperaturen um 100 °C das Wasser aus dem CO_2-reichem Gasstrom weitestgehend ohne Wärmeverlust zu separieren und damit die thermische Effizienz der Gaswäschen spürbar zu steigern.

Entsprechend den Vorgaben des LIKAT (Membranfläche und isotherme Prozessführung) wurde von IUTA das Membranmodul konzipiert und die Versuchsanlage zur Aufnahme des Membranmoduls erstellt. Die ersten Versuche mit der Membrananlage sind für das 1. Quartal 2018 terminiert.

In einem weiteren in Arbeit befindlichen Forschungsvorhaben wird gänzlich auf die Desorption von CO_2 aus der Waschlösung verzichtet. Beim Verfahren der Kalksteinmehl-CO_2-Wäsche wird CO_2 als Calciumhydrogencarbonat gebunden und kann als wässrige Lösung in limnische oder maritime Gewässer abgegeben werden. Vorteil des Verfahrens ist,

dass die Endlagerung des abgeschiedenen CO_2 entfällt und die Calciumhydrogencarbonat-Lösung zur pH-Pufferung von Gewässern dienen kann. Derzeit erfolgen die abschließenden Untersuchungen im E.ON-Kraftwerk Wilhelmshaven unter Verwendung von Meerwasser als Lösemittel.

In einem vom Land NRW geförderten Vorhaben, kofinanziert mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), wurden die Arbeiten zur Integration eines innovativen metallhydrid-basierten Wasserstoff-Speichers in ein reformerbetriebenes Brennstoffzellensystem zur zeitlichen Entkopplung der Strom- und Wärmebereitstellung vorangetrieben. Schwerpunkte der Arbeiten waren die Weiterentwicklung und Fertigung des Wasserstoffspeichers, sowie die Entwicklung eines Gasreinigungsverfahrens, um die für den Wasserstoffspeicher schädlichen Bestandteile des Reformergases abzutrennen.

Weiterhin positiv entwickelt hat sich die Anzahl der Industrieaufträge, die deutlich zur Auslastung des Bereichs beigetragen haben. Zu nennen ist die über mehrere Jahre andauernde Zusammenarbeit mit einem großen Industrieunternehmen zur Entwicklung von neuen Waschmittelformulierungen für Aminwäschen, wozu bevorzugt die Technikumsanlage des IUTA herangezogen wird. Eine weitere, längerfristig angelegte Zusammenarbeit besteht mit einem Unternehmen aus der Petrochemie, für das nach dem Aufbau einer geeigneten Technikumsanlage die Partikelverteilung in einer Aschesuspension mittels FBRM-Sonde (Focused Beam Reflection Method) bestimmt wurde. Diese Kooperation wurde auf weitere Fragestellungen ausgeweitet und auch in 2018 fortgeführt.

Hervorzuheben ist auch ein Industrieprojekt zur thermischen Umsetzung von kohlenwasserstoffhaltigen Abfällen zu flüssigen Kohlenwasserstoffen, das seit 2015 von IUTA wissenschaftlich begleitet wird. Die Anlage, zu der IUTA die grundlegenden thermodynamischen Berechnungen durchgeführt hat, wurde in 2017 komplettiert und in Betrieb genommen. Ende 2017 wurden erste Leistungsfahrten durchgeführt und die Anlage weiter für den Dauerbetrieb ertüchtigt. Die Arbeiten werden von IUTA auch zukünftig begleitet.

ECO_2 – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens – Praxisoptimierung und ökologische Bewertung

Nach jüngsten Berichten droht Deutschland seine Klimaschutzziele deutlicher als bisher angenommen zu verfehlen. Um diese Klimaschutzlücke zu schließen ist die (Weiter-) Entwicklung von Technologien zur Minderung, Nutzung und Speicherung von Kohlendioxid erforderlich. Die CO_2-Speicherung im Untergrund, die Bestandteil des CCS-Konzepts ist, findet allerdings in der deutschen Bevölkerung keine Akzeptanz. Nachdem die von einer CO_2-Speicherung ggf. betroffenen Bundesländer angekündigt haben, diese auf ihrem Landesgebiet verhindern zu wollen, wird das CCS-Konzept faktisch als in Deutschland nicht durchführbar angesehen.

Eine Alternative könnte die Kalksteinmehl-CO_2-Wäsche darstellen. Das Verfahren, dessen Grundlagen von IUTA e.V. in Kooperation mit der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V. im IGF-Projekt Nr. 16548 N erarbeitet wurde, verfolgt einen anderen, ganzheitlichen Ansatz. Das CO_2 wird in dem Verfahren durch die Verwendung von Kalksteinmehl in wasserlösliches Hydrogencarbonat (sog. Carbonathärte) überführt. Dazu werden CO_2-haltige Abgase, wie im Verfahren der Rauchgasentschwefelung, einer Nassabscheidung mittels Kalksteinmehlsuspension unterzogen. Anstelle von Calciumsulfat bildet sich, analog zur natürlichen Verwitterung des Kalksteins,

Calciumhydrogencarbonat. Dieses ist natürlicher Bestandteil limnischer und mariner Gewässersysteme und bindet CO_2 in wässriger Lösung in einem stabilen Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht ein.

Im Vorhaben Nr. 16548 N konnte mittels eines für die Versuchsdurchführung adaptierten Technikumswäschers die generelle Eignung einer Kalksteinmehl-CO_2-Wäsche belegt werden. Es wurde aufgezeigt, dass aufgrund des chemischen Gleichgewichts die Löslichkeit von CO_2 in der als Waschmittel verwendeten Kalksteinmehlsuspension bei einstufigen Verfahren begrenzt ist. Um in der Praxis wirtschaftlich sinnvolle Abreinigungsraten erreichen zu können, muss das Waschverfahren daher technisch an die besonderen Anforderungen dieses Waschmittels angepasst werden. Über die Optimierung der Waschmittelführung und unter Berücksichtigung der speziellen Reaktionskinetik zwischen CO_2 und der Kalksteinmehlsuspension wird die Verfahrenstechnik so an den Reaktionsverlauf angepasst, dass höhere und damit wirtschaftliche Abscheideraten erreicht werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Ermittlung des Einflusses der durch die Abgaswäsche hergestellten Calciumhydrogencarbonat-Lösung auf natürliche Gewässersysteme bei deren Einleitung, um die zu erwartenden positiven ökologischen Auswirkungen zu verifizieren. Hierzu führt das – dem Forschungsverbund im aktuellen Forschungsprojekt hinzugetretene – Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) aus Oldenburg Modellierungen der Einflussfaktoren sowohl im limnischen als auch im marinen Milieu durch.

Die Bestimmung der Reaktionskinetiken und der Betriebsparameter, die für die Auslegung eines mobilen Versuchswäschers für bis zu 200 m^3/h Kraftwerksabgas erforderlich waren, erfolgten im IUTA-Technikum an einem modifizierten Schlaufenreaktor. In mehreren Versuchskampagnen wurden Messungen der Leitfähigkeit und des pH-Wertes in Abhängigkeit von der Zeit bei variierenden Gasvolumenströmen und suspendierten Kalksteinmehlmengen durchgeführt. Die bei den Schlaufenreaktorversuchen gewonnenen Kenndaten lieferten eine erste Datenbasis zur Auslegung der Kalksteinwäsche-Demonstrationsanlage.

Auf Vermittlung des technischen Fachverbands für die Strom- und Wärmeerzeugung VGB PowerTech e.V., der das Forschungsvorhaben aktiv unterstützt, konnte mit dem Uniper Steinkohlekraftwerk in Wilhelmshaven ein geeigneter, küstennaher Standort zur Durchführung des Versuchsprogramms unter Praxisbedingungen gefunden werden.

Der Aufbau des Versuchswäschers (Abb. 3-7) erfolgte als fünfstufige Kaskade auf einem Pumpvorlagebehälter. Die fünf Gaswaschsäulen (Länge 1950 mm, Durchmesser 315 mm) wurden aus Polypropylen gefertigt. Sie enthalten jeweils einen internen Siebboden auf dem je eine Füllkörperschüttung von 1500 mm ruht. Über den Füllkörpern befindet sich jeweils die Verteilung für 6 m^3/h Waschwasserdurchsatz bei 1,5 bar Wasserdruck. Das Rauchgas wird von unten nach oben durch den Wäscher geleitet und kontinuierlich von oben mit dem Waschmittel beaufschlagt. Durch die starken Turbulenzen und die verfügbare Oberfläche der Füllkörper erfolgt ein intensiver Stoffaustausch, der die Umwandlung von Kohlendioxid zu Hydrogencarbonat im System $CaCO_3$-CO_2-H_2O begünstigt.

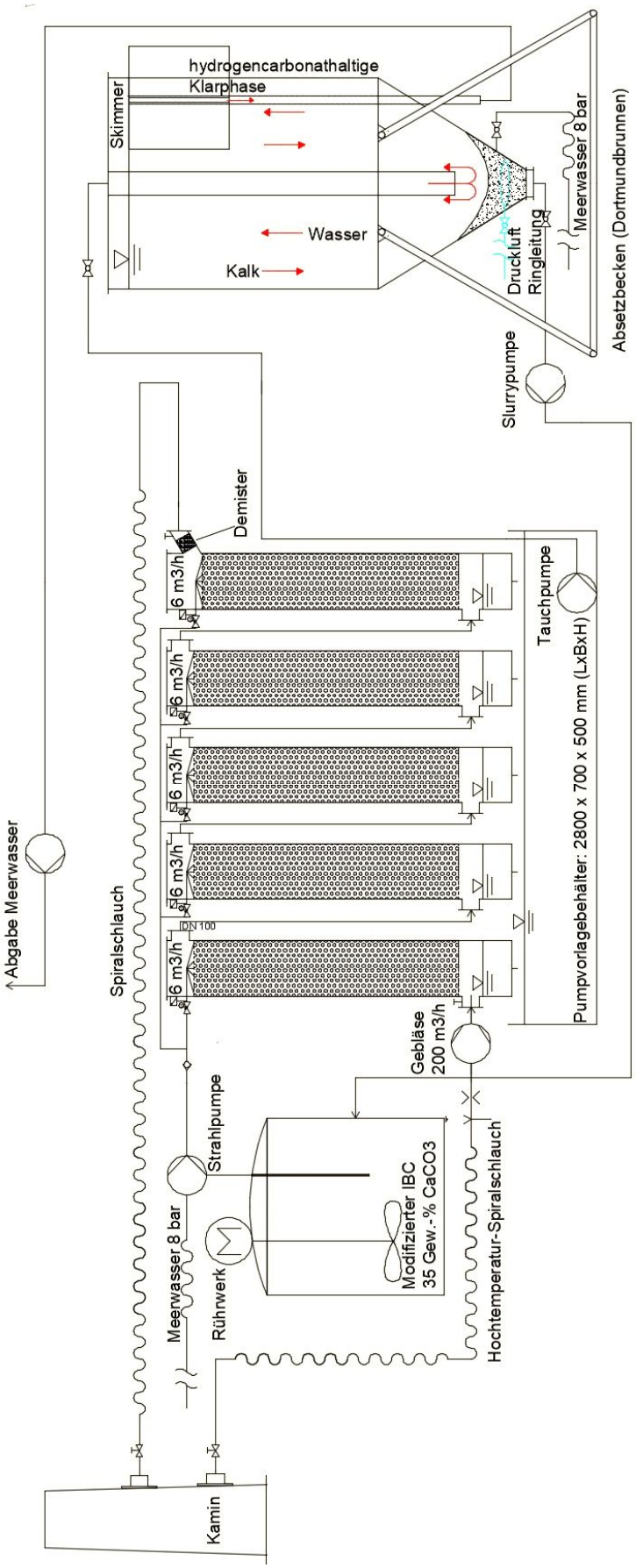


Abb. 3-7: Gesamtkonzept des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens

Die Kalksteinmehl-Meerwasser-Suspension wird in einer separaten Mischstation, bestehend aus zwei Wasserstrahlpumpen zur Förderung von je bis zu 20 m^3/h Treibwasser, erzeugt. Als Saugmedium dient dabei eine 35-prozentige Kreidesuspension, die in der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) des Kraftwerks eingesetzt wird. Diese wird in modifizierten, jeweils mit einem Rührwerk und einer Sauglanze versehenen IBC-Containern bereitgestellt.

Das von oben durch die Füllkörper rieselnde Waschwasser gelangt durch den Siebboden zum Ablauf der Säulen und von dort in den Pumpvorlagenbehälter. Das gebrauchte Waschwasser wird dann mittels einer Tauchpumpe in einen sogenannten Dortmundbrunnen gefördert. Dieser Trichterbehälter hat einen Durchmesser von 3000 mm und eine Höhe von 4200 mm und dient zur schnellen Sedimentation des Kalksteinmehls. Das hydrogencarbonathaltige Meerwasser wird über einen Klarphasenüberlauf abgeleitet und der Kanalisation des Kraftwerks zugeführt. Der Kalkschlamm wird mit einer Schlauchpumpe am Trichterauslass des Dortmundbrunnens abgepumpt und zurück in den als Vorlagebehälter dienenden IBC-Container geführt, von wo er mittels Wasserstrahlpumpe erneut angesaugt und mit Meerwasser verdünnt wieder in den Waschtürmen eingesetzt wird.

Bei den bisher durchgeführten Praxisversuchen am Uniper Kraftwerk in Wilhelmshaven konnten bei den Messungen der Gaszusammensetzung Abscheideraten von bis zu 40 % ermittelt werden, die sich sowohl aus dem physikalisch absorbierten als auch aus dem chemisch umgesetzten CO_2 additiv zusammensetzen.

Weitere Versuche unter Variation der Betriebsparameter sind für das Frühjahr 2018 geplant.

Abb. 3-8: Versuchsanlage am Kraftwerk der Uniper Kraftwerke GmbH in Wilhelmshaven

Die noch ausstehenden Arbeiten werden nach Ende der Frostperiode im Frühjahr 2018 durchgeführt.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18560 N der Forschungsvereinigung „Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.“ 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
AiF Forschungsnetzwerk Mittelstand

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

Bei den etablierten Verfahren zur katalytischen Oxidation von niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid ist es bei zu kalten Abgasen notwendig, dem Katalysereaktor eine Vorheizung und einen Wärmeübertrager vorzuschalten, um das zu behandelnde Abgas auf die für das Katalysatorsystem notwendige Betriebstemperatur zu bringen. Dies ist gerade bei diskontinuierlichem Betrieb von Abgasreinigungsanlagen von Nachteil, da es Zeit und Energie benötigt, bis die für eine vollständige katalytische Oxidation erforderliche Temperatur erreicht wird. Bei zu geringer Abgastemperatur ist die Katalyse eingeschränkt und der erreichbare Wirkungsgrad für die katalytische Oxidation ist unzureichend.

Das hier vorgestellte Forschungsprojekt, das vom IUTA in Kooperation mit dem Forschungsinstitut für Edelmetalle & Metallchemie (fem) durchgeführt wird, hat die Entwicklung eines einfachen Katalysatorsystems zum Ziel, das sich durch eine neuartige Katalysatorkonfiguration auszeichnet, die gleichzeitig als Wärmeübertrager fungiert. Hierzu wird ein Reaktor zur katalytischen Oxidation von niedrigsiedenden KWs und CO konstruiert, der sich durch eine interne, energieeinsparende Wärmeübertragung auszeichnet. Der Reaktor soll als Rohrbündelwärmeübertrager ausgebildet sein, wobei die Rohre an der Außenoberfläche zur Vergrößerung der Oberfläche vorstrukturiert und zusätzlich mittels eines elektrochemischen Verfahrens mit katalytisch aktiven Edelmetallpartikeln (Pt oder Pd) beschichtet werden. Abb. 3-9 zeigt beispielhaft eines von drei vorgesehenen Mustern, die als Basismaterial für die elektrochemische Beschichtung der Wärmetauscherrohre eingesetzt werden sollen.

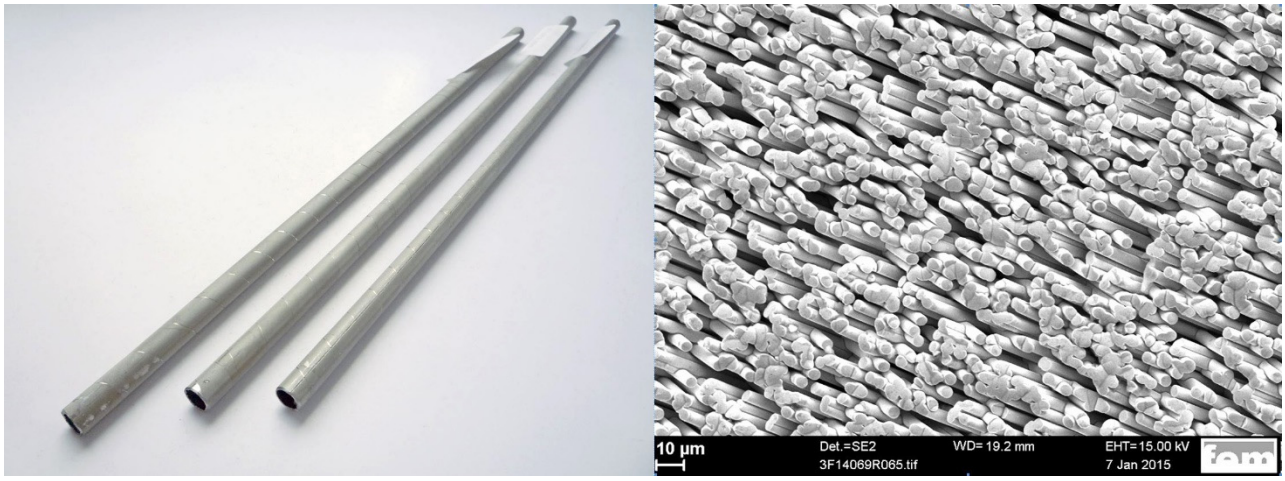


Abb. 3-9: Metallröhrchen mit Noppenstruktur (links) und REM-Aufnahme einer Rohroberfläche mit Noppen

Im Rahmen des Projekts entwickelt und erprobt das fem neuartige elektrochemische Abscheideverfahren zur Beschichtung der äußeren Oberflächen der Rohrbündel mit katalytisch aktiven Substanzen. Die Entwicklung des neuartigen Reaktors sowie seine Erprobung unter praxisnahen Bedingungen wird von IUTA durchgeführt.

Im Anschluss an erste Entwurfsplanungen erfolgte eine detailliertere Auslegung des Abluftkatalysator-Prototyps mit vorläufiger Dimensionierung des Reaktorbehälters und der Strömungsführung, der Rohrleitungsquerschnitte sowie der erforderlichen Gebläseleistungen. Um zu gewährleisten, dass durch die Strömungslenkung innerhalb des Reaktors die auf den Wärmeübertragerröhrchen verfügbare Katalysatoroberfläche optimal ausgenutzt wird, erfolgte die Reaktor-Entwicklung in einem konstruktionsbegleitenden, iterativen Prozess aus CFD-Berechnungen (Computational Fluid Dynamics, numerische Strömungssimulation) und nachfolgenden Entwurfsoptimierungen.

Im finalen Konstruktionsentwurf wird der katalytische Wärmeübertrager mit einem zylindrischen Gehäuse mit einer Nennweite DN 100 realisiert. Als Werkstoff ist Edelstahl 1.4571 oder alternativ 1.4404 vorgesehen. Die Länge des Gehäuses beträgt ungefähr 350 mm. Der Entwurf ist in Abb. 3-10 in Röntgendarstellung sowie in einer Explosionszeichnung abgebildet.

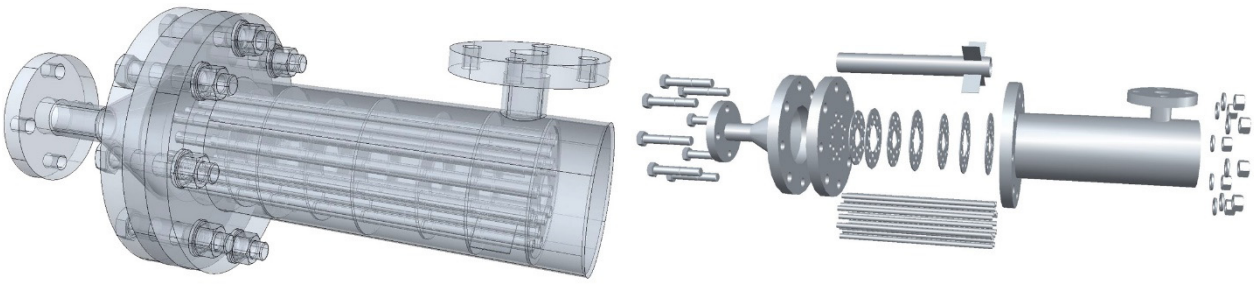


Abb. 3-10: katalytischer Wärmeübertrager (links: Röntgendarstellung, rechts: Explosionszeichnung)

Eintrittsseitig ist ein Konus mit vorgeschaltetem Anschlussflansch vorgesehen, über den die Kohlenwasserstoffe (KW) und Kohlenmonoxid (CO) enthaltende Abluft dem Katalysatorsystem zugeleitet wird. Diese durchströmt 16 gleichmäßig über den Umfang mit Halteblechen fixierte Rohrleitungen (Außendurchmesser 10 mm, Wandstärke 1 mm). Die zu reinigende Abluft strömt an den Rohrenden aus und wird in ein im Zentrum des Abschlussbleches eingelötetes, zentrales Leitrohr gelenkt. Die Abluft wird am Ende des Leitrohrs in den äußeren Reaktorraum geleitet, wo sie die katalytisch beschichtete Außenseite der Rohre überströmt und dabei die exotherme Oxidationsreaktion auslöst. Ein gleichmäßiges, mäanderförmiges Strömungsbild wird durch die in gleichmäßigen Abständen angebrachten Strömungsbleche realisiert. Im letzten Reaktionsabschnitt ist zusätzlich ein X-förmiges Strömungsblech angebracht, das zur Ableitung der Abgase aus dem Katalysatorsystem dient.

Der Entwurf des katalytischen Abgaswärmeübertragers wurde in dem für die experimentelle Erprobung relevanten Abgasvolumenstrombereich zwischen 3 und 6 m^3/h in Schritten von 1 m^3/h mittels CFD-Simulation getestet. Wie Abb. 3-11 exemplarisch für einen Abgasvolumenstrom von 6 m^3/h zeigt, erfolgt die mäanderförmige Überströmung der katalytisch beschichteten Rohre mit Strömungsgeschwindigkeiten deutlich unter 1 m/s.

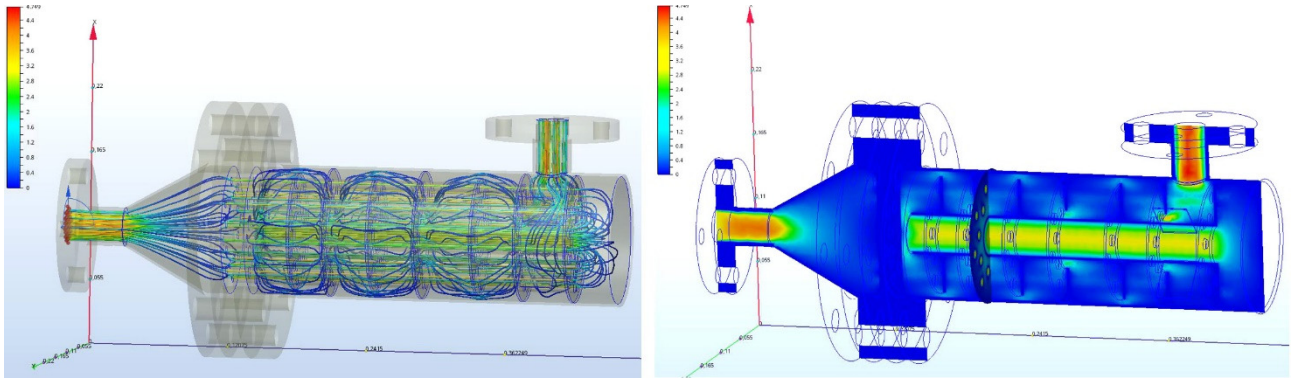


Abb. 3-11: CFD-Simulation des katalytischen Wärmeübertragers; Abgasvolumenstrom: 6 m^3/h (links: Partikelspurendarstellung, rechts: Geschwindigkeitsverteilung in z- und y-Ebene)

Die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten im Reaktor treten an dessen Ein- und Austrittsflanschen auf und betragen dort maximal 5 m/s. Der Konstruktionsentwurf und dessen Evaluierung mittels CFD-Simulation bildeten die Grundlage für die Leistungsbeschreibung in der gegen Ende 2017 durchgeführten Ausschreibung für den Katalysatorprototyp. Der Reaktor ist dabei so ausgelegt, dass Einsätze mit verschiedenen oberflächenmodifizierten Rohren in den Reaktor implementiert werden können.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19350 N der Forschungsvereinigung „Verein für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e.V.“ 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

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 die Arbeitsgruppe 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. 3-12). 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 ergänzt, mit deren Hilfe die Partikel direkt aus dem Prozessabgas gewaschen werden. Zur Herstellung von stabilen Suspensionen aus Partikeln in Trägermedien werden die Partikel funktionalisiert, um ihre Agglomeration zu verhindern.

Abb. 3-12: Technikums-Anlage zur Herstellung hochspezifischer Nanopartikel

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

Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab

Um die Verfügbarkeitslücke für den Einsatz hochspezifischer, komplexer Nanomaterialien zu schließen, ist die Übertragung der Synthese-Bedingungen aus dem Labor- in den Technikumsmaßstab erforderlich. Das IUTA-Teilprojekt innerhalb der DFG-Forschergruppe FOR2284 ist in dieser Hinsicht das Bindeglied zwischen Labor, Simulation, Ex-situ- und In-situ-Messtechnik und industrieller Anwendung.

Die im Plasmareaktor im Technikumsmaßstab hergestellten nanopartikulären Silizium-Materialien wurden mithilfe von TEM, BET und XRD charakterisiert und entsprachen hinsichtlich Partikelgröße und -morphologie im Wesentlichen den Materialien aus dem Labormaßstab (sphärisch, nur weiche Agglomerate). Bei den Synthesen wurde eine Produktionsrate von bis zu 200 g/h erzielt.

Es wurde ein reaktor-unabhängiges System zur thermophoretischen Probenentnahme entwickelt, das durch ein pneumatisch betriebenes System ein geschütztes TEM-Grid in den Gas-Partikel-Strom schießt. Dieses System erlaubt eine gezielte Probenentnahme mit hoher lokaler Genauigkeit bei einstellbarer Depositionszeit. Dies ermöglicht eine repräsentative Probenahme, ohne dass der Syntheseprozess unterbrochen werden muss. Die anschließende Materialcharakterisierung findet im TEM statt. Somit können Parameterstudien von Synthesen durchgeführt werden, ohne dass aufwändige Systemreinigungen erforderlich sind oder dass große Materialmengen auf Filtern abgeschieden werden müssen.

Der Vergleich in Abb. 3-13 zwischen TEM-Analysen von Filterproben und Material, das über die thermophoretische Probenahme gewonnen wurde, weist keine Unterschiede auf, was bestätigt, dass mit dieser Methode für den Prozess repräsentative Proben entnommen werden können und sie sich somit zur Charakterisierung der Nanopartikel bei unterschiedlichen Prozessbedingungen eignet.

In der ersten Förderperiode wurde der Einfluss einer Veränderung der verfahrenstechnischen Bedingungen (Prozessparameter wie Reaktorgeometrie, Druck, Temperatur- und Strömungsprofil) auf die Partikelbildung innerhalb des Plasmareaktors untersucht. Hierbei lag das Hauptaugenmerk darauf, Basismaterialien im Technikumsmaßstab herzustellen, die hinsichtlich ihrer Charakteristika den Materialien aus den Synthesereaktoren im Labormaßstab entsprechen.

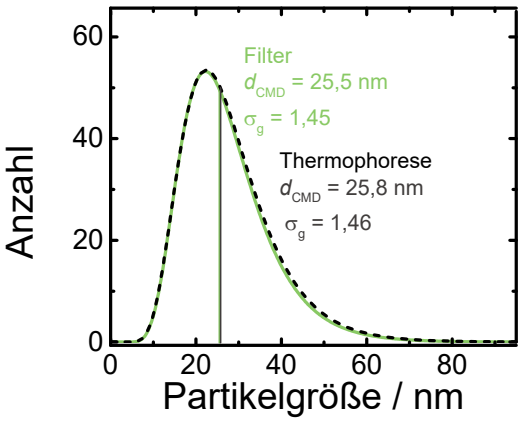


Abb. 3-13: Vergleich der Partikelanalyse durch TEM-Aufnahmen von Material aus dem Filter und Material, das durch thermophoretische Probenahme gewonnen wurde

Diese Parameterstudien zeigten, dass Prozessparameter, wie die Austrittsgeschwindigkeit des prekursor-tragenden Volumenstroms oder die Konzentration des Prekursors, einen deutlichen Einfluss auf die Partikelgröße und -morphologie haben können. Die Partikelcharakteristika sind somit einstellbar und ermöglichen die Herstellung hochspezifischer Silizium-Nanopartikel.

Zur Bestimmung des Einflusses der Frischgas-Austrittsgeschwindigkeit aus der zentralen Düse sowie der Prekursorkonzentration auf Partikelgröße und -morphologie wurden Proben durch thermophoretische Probenahme aus dem Prozess entnommen und anschließend im TEM charakterisiert.

Abb. 3-14 zeigt Silizium-Nanopartikel, die bei Austrittsgeschwindigkeiten zwischen 23 und 139 m/s hergestellt wurden. Mit zunehmender Austrittsgeschwindigkeit steigt der Anteil kleiner Partikel. Eine Veränderung hinsichtlich der Partikelmorphologie ist nicht erkennbar. Die Nanopartikel sind weiterhin überwiegend von sphärischer Gestalt. Die Ursache für die abnehmende Partikelgröße mit höherer Austrittsgeschwindigkeit ist die Verringerung der Verweilzeit im Bereich des Partikelwachstums. Austrittsgeschwindigkeit und Verweilzeit stehen im direkten Zusammenhang.

Das Verhalten ist in dem untersuchten Bereich linear. Bei einer geringen Austrittsgeschwindigkeit von 23 m/s konnte eine Partikelgröße von 43 nm bestimmt werden. Diese sinkt auf 16 nm bei einer Austrittsgeschwindigkeit von 139 m/s. Somit kann der Parameter Austrittsgeschwindigkeit dafür genutzt werden, eine gewünschte Partikelgröße einzustellen.

Ein weiterer für die Einstellung der Materialeigenschaften hochrelevanter Parameter ist die Prekursorkonzentration, die insbesondere für den Pilotmaßstab wichtig ist, da es hier um große Partikelmengen geht und die Auswirkung auf die Partikelmorphologie so nicht im Labormaßstab untersucht werden kann. Abb. 3-15 zeigt TEM-Aufnahmen von Silizium-Nanopartikeln, die bei unterschiedlicher Prekursorkonzentration hergestellt wurden. Auffällig ist die Änderung der Partikelmorphologie. Bei geringen Prekursorkonzentrationen liegen die Partikel überwiegend einzeln und in sphärischer Form vor. Bei hohen Konzentrationen verschwinden zunehmend die Kontraste zwischen einzelnen Partikeln, was für eine Zunahme der Aggregatbildung spricht. Durch die Auswertung der TEM-Bilder kann festgestellt werden, dass die Größen der Primärpartikel in einem ähnlichen Bereich bleiben (23 bis 26 nm). Zusammenfassend hat also die Veränderung der Prekursorkonzentration keinen Einfluss auf die Partikelgröße, wohl aber auf die Partikelmorphologie. Der Grund dafür liegt in der Anfangsphase der Partikelbildung während der Keimbildung. Die hohe Prekursorkonzentration führt zur Bildung einer hohen Anzahl an Partikeln und Cluster. Somit erhöht sich die Kollisionsrate, die dazu führt, dass die Kollisionszeit signifikant kürzer ist als die Koaleszenzzeit. Bei hohen Prekursorkonzentrationen ist die Agglomeration nicht länger vernachlässigbar und führt zu einer Aggregatbildung.

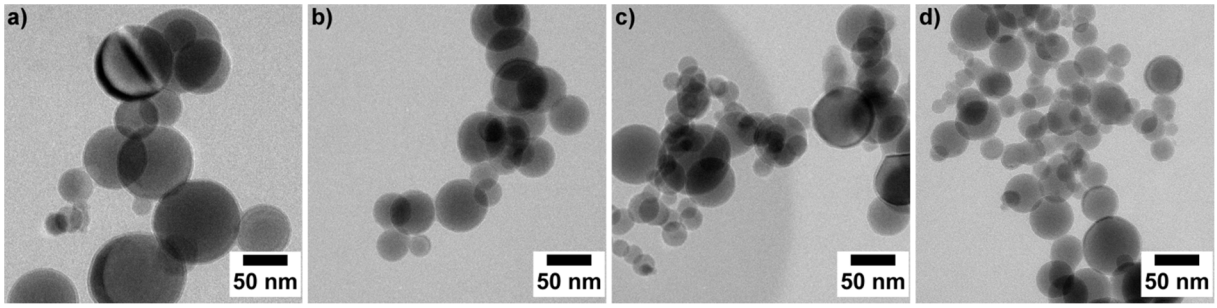


Abb. 3-14: Einfluss der Austrittsgeschwindigkeiten aus der zentralen Düse auf die Partikelmorphologie: a) 23 m/s, b) 69 m/s, c) 93 m/s und d) 139 m/s

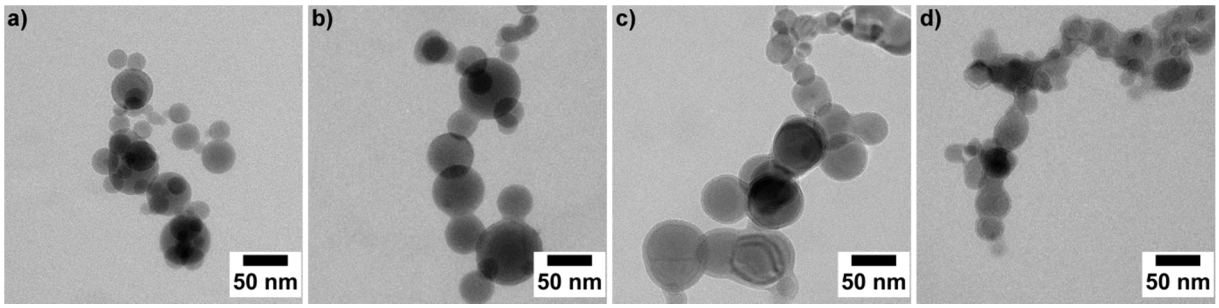


Abb. 3-15: Einfluss der Prekursorkonzentration auf die Morphologie der Silizium-Nanopartikel: a) 5 Vol.-%, b) 16 Vol.-%, c) 32 Vol.-% und d) 48 Vol.-%

BIORIMA – BIOmaterial RIsk MAnagement

IUTA ist Partner im EU-HORIZON-2020-Projekt BIORIMA, in welchem ein effizienter und effektiver Ansatz erarbeitet werden soll, um die potenziellen Risiken von den zurzeit noch nicht regulierten Nanobiomaterialien (NBM) identifizierbar zu machen und so zu managen, dass gleichzeitig ihre Nachhaltigkeit und ihr Innovationspotenzial gefördert wird. Die Lösung für diese Herausforderung ist die Implementierung eines integrierten Risikomanagement-Ansatzes für NBM. Dieser Ansatz beinhaltet, zumeist basierend auf Erfahrungen aus der Nanomaterialforschung, die Verwendung von validierten Methoden und Werkzeugen zur Ermittlung der Exposition, eine Gefährdungsbeurteilung und Risikobewertung sowie Risikoüberwachung und -reduzierung. Zudem wird ein Tiered Risk Assessment (TRA) und eine Intelligent Testing Strategy (ITS) für NBM entwickelt. IUTA wird im Rahmen des Projektes vor allem Freisetzungs- und Expositionsszenarien von NBM über den gesamten Lebenszyklus identifizieren und dabei medizinische, berufliche und ökologische Expositions- und (Bio)akkumulationsszenarien in Betracht ziehen. Des Weiteren ist IUTA daran beteiligt, eine Strategie basierend auf experimentellen und Modellierungswerkzeugen zur Bewertung von möglichen Gefahren und der Exposition zu erarbeiten, um daraus ein Risikomanagement-Tool (RM) für NBM inklusive eines Decision Support Systems (DSS) zu entwickeln. Projektstart war der 01.11.2017.

Danksagung:

Das EU-HORIZON-2020-Projekt „BIOmaterial RIsk MAnagement“ (BIORIMA) wurde aus Mitteln der Europäischen Union gefördert.

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik

Der Bereich *Ressourcen & Recyclingtechnik* vereinigt unter dem Aspekt der Kreislaufführung und Ressourcenschonung zwei wesentliche Anwendungsschwerpunkte: *Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten* und *Aufbereitung industrieller Prozess- und Abwässer*. Beim *Recycling* liegt der Fokus auf der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung von Aufbereitungsprozessen und -anlagen in enger Zusammenarbeit mit mittelständischen Unternehmen. Die Forschungsschwerpunkte in der *Aufbereitung industrieller Prozess- und Abwässer* bilden derzeit die Entwicklung einer innovativen Prozessüberwachung für die Entsalzung mittels Umkehrosmose sowie die Entwicklung eines alternativen Verfahrens zur Elimination von Spurenstoffen in Kläranlagenabläufen. Einzelne Mitarbeiter des Bereiches engagieren sich zudem in der Arbeitsgruppe Mikroschadstoffe der Deutschen Gesellschaft für Membrantechnik (DGMT e.V.). Darin werden die Einsatzmöglichkeiten und Chancen der Membrantechnik für die Elimination von Spurenstoffen ausgearbeitet.

Entsorgungszentrum

Seit 25 Jahren betreibt das IUTA ein *Entsorgungszentrum*, welches nach 4. BImSchV genehmigt und nach Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV) zertifiziert ist. Durch das Alleinstellungsmerkmal eines eigenen Entsorgungsfachbetriebes hat das IUTA eine besondere Praxisnähe zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten und kann Problemstellungen 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 Entsorgungsfachbetrieb um. Seit Mitte der 90er Jahre wurden in diesem Zusammenhang zahlreiche Projekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten durchgeführt. Aktuell realisiert das IUTA in Zusammenarbeit mit dem Jobcenter Duisburg Umweltqualifizierungsmaßnahmen. Diese umfassen Möglichkeiten zur Qualifizierung und Ausbildung im Rahmen der Gemeinwohlarbeit (Arbeitsgelegenheiten gem. § 16d Satz 2 SGB II). Die Maßnahme ist insbesondere auf körperlich beeinträchtige 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.

Hochenergiebatterien in Elektronikaltgeräten

In einem 2016 gestarteten Forschungsvorhaben beschäftigt sich der Bereich mit dem Transport, der Lagerung und dem Handling von Elektronikaltgeräten mit Hochenergiebatterien unter dem Sicherheitsaspekt der Brandvorbeugung. Ziel des Projektes ist die Abschätzung und Bewertung des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Elektroaltgeräten während des Transportes, der Lagerung und der Behandlung sowie die Erstellung von daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen.

Innerhalb des Projektes wurde der Inhalt von 100 Gitterboxen mit insgesamt 75.000 Elektronikaltgeräten nach den Altgerätekategorien 2 bis 9 (nach ElektroG) eingeteilt, demontiert und fraktioniert, die Geräte- und Batteriedaten wurden aufgenommen sowie Gefährdungspoten-

ziale ermittelt. Die in den Gitterboxen lose vorliegenden Batterien wurden separat erfasst und charakterisiert. Ein auffälliges Gefährdungspotenzial wurde in erster Linie in Form von beschädigt vorliegenden Batterien gesehen.

Abb. 3-16 zeigt Beispiele für solche Batterien. Mit den aus den Altgeräten entfernten Batterien wurden Eluatversuche und Kurzschlussreaktionen durchgeführt sowie die Belastungsgrenzen gegenüber mechanischer Beanspruchung und thermischer Behandlung ermittelt. Hierdurch sollten die unterschiedlichen Belastungsarten, die während der einzelnen Transport-, Lager- und Behandlungsschritte auftreten können, simuliert werden.

Abb. 3-16: Beispiele für äußerlich beschädigte Batterien

Danksagung:

Das IGF-Projekt 19111 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:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
AiF Forschungsnetzwerk Mittelstand

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 DBU geförderten Forschungsprojektes wird gemeinsam mit der Firma „Enviprotect Kühl- und Elektrogeräterecycling GmbH“ ein Aufbereitungsprozess für verschiedenartige Photovoltaikmodule erarbeitet. Das angestrebte Ziel dieses Forschungsprojektes ist ein Verfahren, 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.

Für den ersten Schritt des Aufbereitungsverfahrens wurden Zerkleinerungsprozesse des Ausgansmaterials mit verschiedenen Zerkleinerungsaggregaten (Einwellenbrecher, Zweiwellenbrecher) untersucht (Abb. 3-17).

Abb. 3-17: Ein Photovoltaikmodul wird sukzessive zerkleinert

Das zerkleinerte Material wurde anschließend mit einer Trommelmühle weiter behandelt, um seltene Metalle durch Abrasion von der Oberfläche zu lösen. Im Anschluss sollen die Zielelemente mit einem geeigneten Sortierungsverfahren abgetrennt werden. Die Metallkomponenten sollen durch Fällung und elektrochemische Trennprozesse sortenrein in marktfähiger Form zurückgewonnen werden.

Danksagung:

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

Kühlgeräteentsorgung

Seit über 24 Jahren befasst sich der Bereich mit den speziellen Themen 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.

2017 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.

In einem aktuellen ZIM-Forschungsprojekt wird zusammen mit dem Industrieunternehmen URT GmbH eine energieeffiziente Prozessgasreinigungsanlage für die Kühlgeräteentsorgung entwickelt. In dem Projekt werden die heterogen zusammengesetzten, unregelmäßig anfallenden Prozessgasgemische aus verschiedenen FCKW, HFCKW, HFKW, FKW, KW, Wasser und Staub, die bei der Aufbereitung der Isolierschäume anfallen sowie die Möglichkeiten ihrer Separierung untersucht. Ziel des Projektes ist es, eine sichere und flexibel steuerbare Prozessgasaufbereitung zu entwickeln, die auf Veränderungen der Treibmittelzusammensetzung in den zu recycelnden Kühlgeräten reagieren kann und die verschiedenen Treibmittel getrennt zurückgewinnt. Damit wäre eine energieeffiziente und umweltentlastende Behandlung gewährleistet. Das prinzipielle Prozessschema ist in Abb. 3-18 dargestellt.

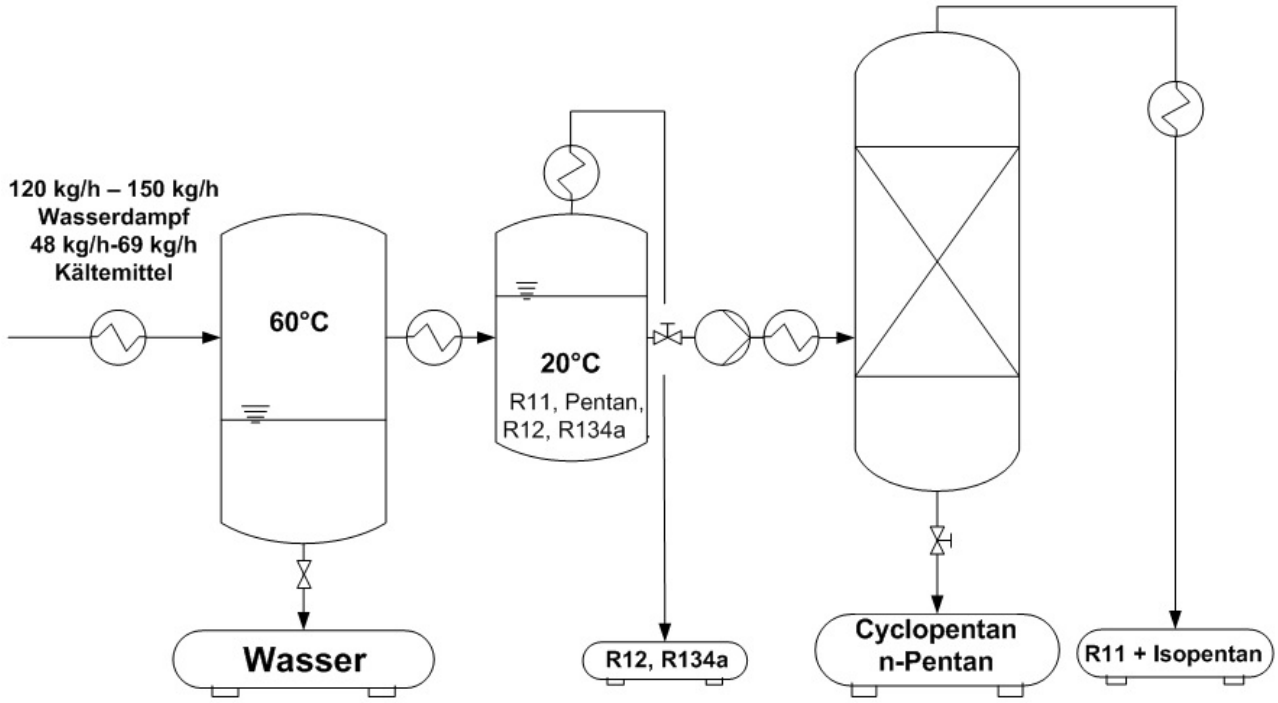


Abb. 3-18: Schema der Prozessgasaufbereitung

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.

Spurenstoffelimination in Kläranlagen

In einem aktuellen Forschungsprojekt wird gemeinsam mit der Firma Blücher GmbH ein alternatives Verfahren zur Spurenstoffelimination in Kläranlagenabläufen entwickelt, das nach dem Prinzip der Adsorption arbeitet. Die Basis stellen Adsorbenzien dar, mit denen ein quasikontinuierlich betriebener Gegenstromprozess realisiert werden kann. Die beladenen Adsorbenzien werden nach dem Durchlaufen des Adsorbers ausgeschleust 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 Adsorbenzien behandelt werden, sodass die Energiekosten dafür minimiert werden. Zusätzlich werden Transportaufwendungen, die bei einer zentralen Regenerierung anfallen, eingespart.

2017 wurden die Einzelmodule Benetzung, Adsorber, Adsorbenzienaustrag, Wasserabscheidung, Wirbelschichttrocknung und Regeneration entwickelt. Die einzelnen Module wur-

den verfahrenstechnisch parametrisiert, aufeinander abgestimmt und erprobt. Die Herausforderungen bei dem Prozess sind die spezifischen Fließeigenschaften der benetzen Adsorbenzien, die durch ihre enge Korngrößenverteilung und nahezu sphärische Form denen eines nicht-newtonschen Fluides entsprechen. Im weiteren Verlauf des Projektes erfolgt die Überprüfung der absorptiven Leistungsfähigkeit in einem Praxistest. Abb. 3-19 zeigt den Versuchsstand im IUTA.

Abb. 3-19: Versuchsstand im IUTA

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 durch Austausch der Membranmodule entstehen. Mithilfe von so genannten Membranautopsien wird ein Beitrag zur Ursachenforschung

geleistet. 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 an der Universität Duisburg-Essen eine kontinuierliche Messmethode zur Überwachung der Chlorreduktion entwickelt. Diese basiert auf der photometrischen Online-Detektion des Überschusssulfits im Konzentratstrom der Umkehrosmoseanlage.

Im IUTA wurden physikalische und betriebliche Einflussparameter auf die Messung untersucht. Dazu wurde eine Strömungsapparatur (Abb. 3-20) erstellt, in der die Einbaurichtung des Sensors, unterschiedliche Drücke sowie Strömungsgeschwindigkeiten untersucht werden können. Im folgenden Projektverlauf stehen Langzeitversuche zur Belagbildung auf dem Sensor sowie die Implementierung des Sensors in den Technikumsanlagen des IUTA an.

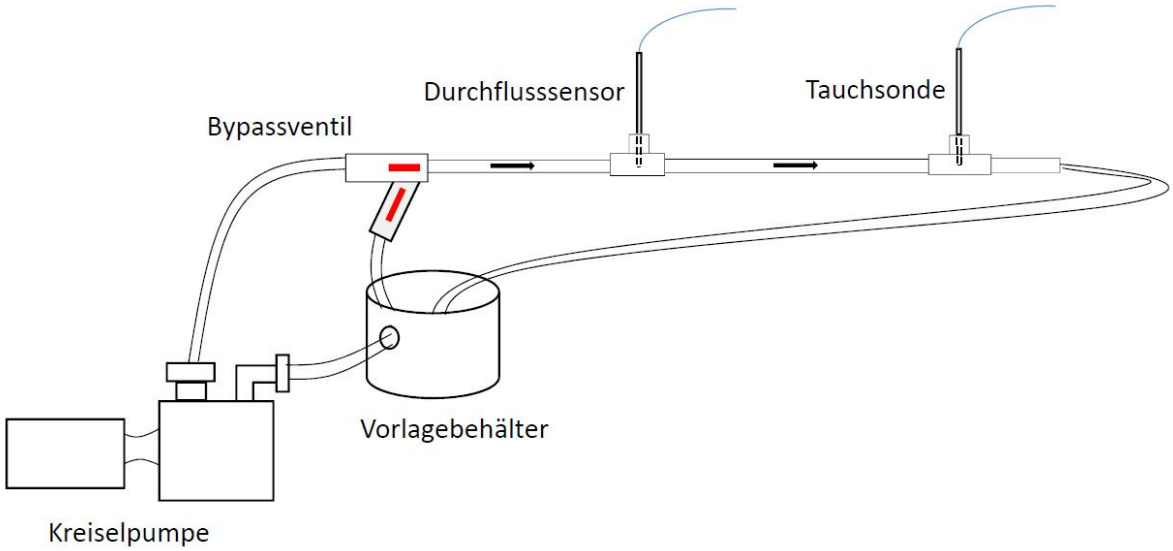


Abb. 3-20: Strömungsapparatur zur Untersuchung physikalischer Einflussgrößen auf die Sulfitmessung

Danksagung:

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

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ausstattung Aufbereitungstechnikum Recycling

- 25 Arbeitsplätze für gewerblich orientierte Elektronikschrottdemontage oder phänomenologische Untersuchungen an Massengütern
- davon 10 Arbeitsplätze für die Feinzerlegung von Elektronikschrott oder Detailuntersuchungen an Massengütern
- Sicherheitswerkbank mit Quecksilberrückhaltung, URT GmbH
- Hg-Monitor 3000, Seefelder Messtechnik
- ARP Zweiwellen-Shredder
- 2 Erdwich Einwellen-Shredder
- 1 Fritsch Schneidmühle, grob
- 2 Retsch Schneidmühlen, fein
- 1 Retsch Backenbrecher
- Metallabscheider
- Zick-Zack Windsichter
- Siebmaschinen
- 3-Zonen-Drehrohrofen bis 1.200 Grad, 950 mm (200/550/200 mm)
- Drei-Zonen-Kunststoff-Extruder/Haake
- 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)
- 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)

Ausstattung Aufbereitungstechnikum flüssige Medien

- Hochdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem max. Betriebsdruck von 80 bar:
  - zwei Druckrohre für je drei 8″-Spiralwickelelemente
  - Energierückgewinnung mit Druckwechsler
- Niederdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 20 bar:
  - zwei Druckrohre für je ein 4″-Wickelelement
- Mitteldruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem Betriebsdruck von 40 bar:
  - zwei Druckrohre für je ein 4″-Wickelelement
- Nanofiltration:
  - zwei Druckrohre für je ein 4“ Wickelelement
- 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
- 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 im Oktober 2017 neu formierte Bereich *Forschungs- & Speziesanalytik* beschäftigt sich vornehmlich mit vielfältigen analytischen Detektions- und Untersuchungsverfahren. Neben der Element- und Speziesanalytik nehmen gaschromatografische Untersuchungen einen breiten Raum ein. Ergänzt wird das analytische Portfolio durch Verfahren zum Nachweis verschiedener Ionen.

Element- und Speziesanalytik im Spurenbereich

Massenspektrometrische wie auch spektroskopische Verfahren sind die wichtigsten Messprinzipien der Element- und Speziesanalytik. Diese Verfahren sind heutzutage 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 dabei realistische Größen. Diese analytischen Extrema bedürfen einer besonderen Probenvorbereitung. Die Proben müssen zunächst in eine analysierbare und matrixarme Form überführt werden. Dies gelingt durch Mikrowellendruckaufschlüsse oder Elutionsverfahren. Um den jeweiligen Anforderungen gerecht zu werden, ist die gerätetechnische Ausstattung des Bereiches durch spezielle Aufschlusssysteme ergänzt worden.

Die Speziesanalytik ist eine Teildisziplin der Elementanalytik, bei der nicht nur der Gesamtgehalt eines Elements eine Rolle spielt, sondern auch die Oxidationsstufen und Bindungsformen, die in Summe letztendlich das Molekül ausbilden, berücksichtigt werden.

Die Notwendigkeit einer Differenzierbarkeit verschiedener Spezies eines Elementes ist in der stark unterschiedlichen Toxizität der einzelnen Spezies begründet. Das gilt insbesondere für Arsen-, Blei-, Quecksilber- und Zinn-Verbindungen.

So ist Quecksilber das bekannteste Beispiel, bei dem die Toxizität des Methylquecksilbers weitaus höher ist als das der metallischen Spezies. Ähnlich verhält es sich mit den Verbindungen des Zinns. Hochtoxisches Tributylzinn wurde lange Zeit als Zusatzstoff im Lack beim Schiffsbau verwendet. Im Gegensatz dazu werden die meisten anorganischen Zinnsalze als ungiftig eingestuft.

Der Bereich der Speziesanalytik des IUTA e.V. beschäftigt sich mit der Entwicklung von Methoden zum Nachweis verschiedener Spezies eines Elementes. Dazu stehen verschiedenste Techniken zur Verfügung, die auf unterschiedlichen, speziesabhängigen physikochemischen Prinzipien beruhen. Ein wichtiges Werkzeug ist dabei die LC-ICP-MS (flüssigchromatografische Kopplung mit einem massenspektrometrischen System, bei dem die Ionisierung der Moleküle mit einem heißen, induktiv gekoppelten Plasma angeregt wird). Dabei werden die Vorteile der Selektivität einer Flüssigchromatografie (z.B. HPLC oder IC) und die sehr hohe Empfindlichkeit der Massenspektrometrie mit der anorganischen Elementanalytik kombiniert (ICP-MS), um speziesrelevante Informationen zu erhalten.

Diese Systeme sind Basis geplanter Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bereiches. Zurzeit erfolgt an diesen Systemen der äußerst sensitive Nachweis von Pt-haltigen Zytostatika.

Gaschromatografie

Der Bereich verfügt über verschiedene GC-Systeme mit unterschiedlichen Detektionssystemen. Dadurch kann eine Vielzahl relevanter Parametergruppen aus verschiedenen Matrices äußerst sensitiv nachgewiesen werden. Hervorzuheben ist neben dem Nachweis von Hormonen, Phenolen und Moschusverbindungen eine neuentwickelte Multimethode zur parallelen Detektion von 70 umweltrelevanten Parametern (PAK, PCB, Pestiziden und Flammschutzmitteln).

Aufbauend auf Arbeiten der ehemaligen Messstelle des IUTA wurde der analytische Nachweis von Ölen aus Druckluftmessungen gemäß ISO/CD 8573 weiter optimiert.

Zurückgewinnung strategisch wichtiger Rohstoffe

In Zusammenarbeit mit dem Bereich *Forschungs- und Spurenanalytik* werden Fragestellungen der alternativen Wertstoffrückgewinnung bearbeitet. Dabei werden rentable und praxistaugliche Verfahren erarbeitet, um insbesondere strategische Metalle wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückkehren zu lassen.

Der Fokus liegt auf der Entwicklung chemisch-physikalischer Verfahren zur Rückgewinnung aus unterschiedlichsten flüssigen Reststoffströmen industrieller Fertigungsprozesse. Dabei werden ökonomisch tragfähige und zugleich nachhaltige Lösungswege angestrebt. Diese bestehen in der kreativen Kopplung und Vernetzung klassisch-chemischer Werkzeuge mit neuen Ansätzen und Methoden.

Ein gutes Beispiel für die praktizierte Arbeitsweise stellt das im Jahr 2017 abgeschlossene ZIM-Forschungsprojekt mit dem Titel „Gewinnung von Chromalaun und elektrischer Energie aus chrom(VI)-haltigen flüssigen Reststoffströmen der gewerblichen Oberflächenbehandlung“ (KF 2025451RE4) dar. Durch Ausnutzung intrinsischer Eigenschaften des Eingangsmaterials wurden mit dem neuentwickelten Verfahren nahezu quantitative Umsatzraten erzielt, wobei sich zusätzlich eine Gleichstrommenge generieren ließ, die größenordnungsmäßig dem Energiegehalt von Elektrolyten aus Redox-Flow-Batterien entspricht. Es ist hier gelungen, einen vormals unspezifisch entsorgten, gefährlichen Abfall nicht nur vollständig zu entgiften, sondern diesen nachhaltig unter Wertschöpfung zu nutzen.

Neben öffentlich geförderten Projekten können auch Aufgabenstellungen aus der Privatwirtschaft als beauftragte Dienstleistung vertraulich beforscht werden, wobei sich mögliche Lösungsansätze vor allem an den Erfordernissen der betrieblichen Praxis orientieren.

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 sog. 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 Lösemittel 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 wird, 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.

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. Vor diesem Hintergrund erfolgte auch die Umbenennung des Bereiches „*Forschungsanalytik*“ in „*Forschungsanalytik & Miniaturisierung*“. 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. Das prinzipielle Ziel ist die Übertragung der oben erwähnten Kopplungsstrategien auf einen mikrofluidischen Glas-Chip. 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 Online-Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie erlaubt. Die

Injektion der zu analysierenden Probe im Nanoliterbereich sowie die gezielte Überführung reproduzierbarer Flüssigkeitsmengen von der ersten in die zweite chromatografische Trenndimension soll ohne die Verwendung von Mikroventilen oder Transferkapillaren mithilfe eines SlipChip-Ansatzes realisiert werden. Dadurch können einerseits Tot- und Transfervolumina 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:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

AiF Forschungsnetzwerk Mittelstand

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.

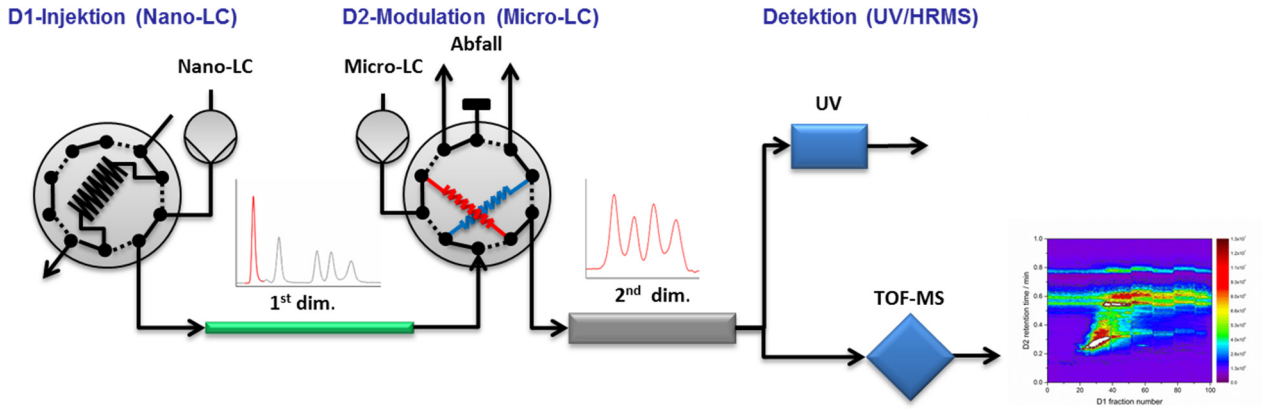


Abb. 3-21: Prinzipskizze des miniaturisierten multidimensionalen Trenn- und Detektionssystems

Das in Abb. 3-21 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.

Innerhalb des IGF-Projektes mit dem Kurztitel „Trenn_DEKT⁴“ soll der zentralen Frage nachgegangen werden, inwieweit der zunehmende Grad an Komplexität hinsichtlich der Kopplungstechnik zu einem echten Mehrwert bei der Lösung komplexer analytischer Probleme führt. Das Ziel des Projektes besteht in der vergleichenden Untersuchung verschiedener multidimensionaler Trenn- und Detektionsmethoden in Bezug auf die Auflösung und Sensitivität. Als Trennsysteme stehen hierbei zweidimensionale chromatografische Systeme zur Verfügung, die mit einem Ionenmobilitätsspektrometer sowie einem massenspektrometrischen Detektor gekoppelt werden sollen.

Um die Leistungsfähigkeit zweidimensionaler flüssigkeitschromatografischer Trennverfahren bewerten zu können, wurde ein Referenzverfahren für die eindimensionale Flüssigkeitschromatografie etabliert. Dabei wurden zwei Verfahrensvarianten untersucht und die resultierende Peakkapazität bestimmt. Die erste Variante basiert auf einer klassischen Umkehrphasenchromatografie (RP-C18-Säule, 250 mm × 4,6 mm, 5 µm) und einem linearen 30-Minuten-Wasser/Acetonitril-Gradienten (5 – 95 %). Für die zweite Variante wurden vier identische RP-C18-Säulen (jeweils 250 mm × 4,6 mm, 5 µm) seriell zu einer 1 Meter langen Säule gekoppelt. Dabei wurden lineare Wasser/Acetonitril-Gradienten (5 – 95 %) mit einer

Gradientenzeit von 2 und 8 Stunden angewendet. Es wurden 5 µL der Probe injiziert und die Flussrate auf 0,5 mL/min eingestellt. Die ermittelte Peakkapazität für die erste Verfahrensvariante liegt bei 215 und die Peakkapazitätsproduktionsrate bei 7/min. Die ermittelte Peakkapazität für die zweite Verfahrensvariante liegt für den 2-Stunden-Gradienten bei 384 und die Peakkapazitätsproduktionsrate bei 3/min. Für den 8-Stunden-Gradienten wurde eine Peakkapazität von 1193 ermittelt. Dieser Wert ist jedoch auf Grund stark variierender Peakweiten mit einer hohen Unsicherheit versehen. Es konnte gezeigt werden, dass die Koppelung mehrerer Säulen zur Erhöhung der absoluten Peakkapazität führt und somit zur besseren Auftrennung aller Peakpaare, was sich in der Auflösung wiederspiegelt. Ein Nachteil der Kopplung mehrerer Säulen in Kombination mit langen Gradienten ist die Peakverbreiterung und der damit verbundene Intensitätsverlust. Der Einsatz von vier Trenndimensionen führte zu einer Gesamttrennleistung mit einer Peakkapazität von ca. 8.000 innerhalb einer Gesamtanalysenzeit von 60 min.

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 jedoch 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 von 10 pg L^{-1} in Oberflächengewässern und insbesondere auch in Kläranlagenabläufen als Haupteintragsquelle zuverlässig erreichen kann. Daher wurde in der Beobachtungsliste (watch list) der WRRL nun eine Nachweisgrenze von von 0,4 ng L^{-1} für Estron (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.

Zur Entwicklung einer geeigneten flüssigkeitschromatografischen Trennmethode auf Basis der Umkehrphasen-Chromatografie in Verbindung mit der Massenspektrometrie wurden zunächst unterschiedliche Laufmitteladditive (NH_4OH und NH_4F) und organische Laufmittelkomponenten (Acetonitril und Methanol) untersucht. Dabei führte eine Konzentration von 0,01 mM Ammoniumfluorid (NH_4F) als Zusatz zur wässrigen mobilen Phase zu einer wesentlichen Steigerung der Signalintensität. Durch Einsatz einer Biphenyl-Trennsäule (50 mm × 2,1 mm, 2,7 µm) konnte eine zufriedenstellende Abtrennung störender Matrixkomponenten bei einer Laufzeit von 21 min sowie eine ausreichende Trennung der Östrogene in dotierten Realproben (Kläranalgenablauf und Oberflächengewässer) erreicht 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.

Die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erfordern die Bestimmung einer sogenannten Gesamtwasserprobe, bei der die Analyse inklusive des natürlich enthaltenen, partikulären Materials bzw. der enthaltenen Schwebstoffe erfolgt. Die damit verbundenen Schwierigkeiten 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 als auch Kläranlagenablauf, zunächst über eine C18 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 die damit einhergehende bessere Empfindlichkeit des Gesamtverfahrens realisiert werden. So wird in der etablierten Referenzanalytik ein Anreicherungsfaktor von 5000 erreicht. Um eine hohe chromatografische

Trennleistung zu gewährleisten, muss ein geeignetes Kartuschenmaterial für die Online-SPE identifiziert werden. Die chromatografische Trennleistung, sowie eine ausreichende Retention der Zielanalyten auf den Kartuschen, konnte durch Einsatz von Cyano-Kartuschen (10 mm × 1 mm, 7 µm) gewährleistet werden. Um zusätzlich in der Referenzanalytik eine Aufreinigung der Realproben und damit Abtrennung störender Matrixkomponenten zu erreichen, wurde ein Waschschritt 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. 3-22 dargestellt. Mit der hier beschriebenen Methode wird aktuell eine Nachweisgrenze im Bereich von 20 – 50 pg/L für Oberflächengewässer und 80 – 85 pg/L für Abwasser erzielt.

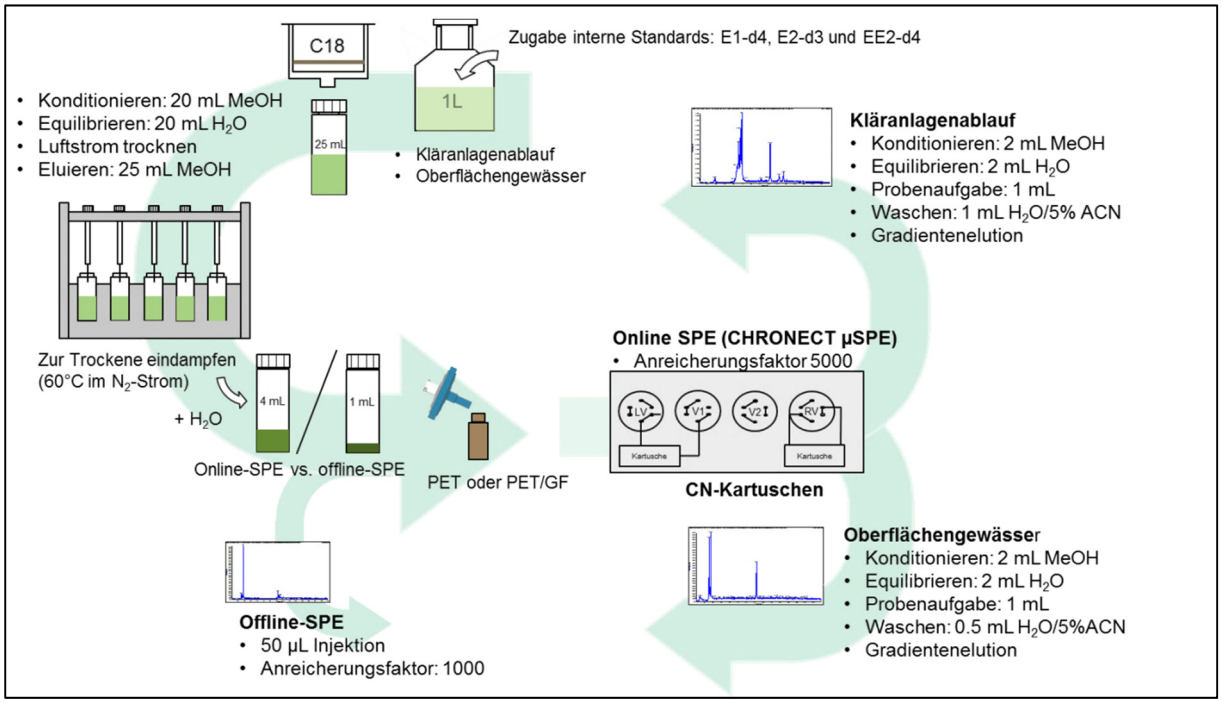


Abb. 3-22: Workflow zur ultrasensitiven Analyse ausgewählter Hormone mittels instrumenteller Analytik

Ein zusätzlicher Ansatz zur Steigerung der Sensitivität des Analyseverfahrens besteht in der Verwendung von Molecular-Imprinted-Polymer-Kartuschen (MIP). Aufgrund der speziellen Kavitäten des Kartuschenmaterials wird gegenüber den Zielanalyten sowohl eine sterische Selektivität als auch eine zielgerichtete Retention durch geeignete funktionelle Gruppen erzeugt. Die Untersuchung kommerziell erhältlicher MIP-Östrogen-Kartuschen zeigten vielversprechende Ergebnisse bei der Anwendung auf Realproben. So konnten die im Chromatogramm auftretenden Störpeaks bei der Messung von Realproben für beide Probenarten eliminiert werden. Darüber hinaus wurde eine Signalsteigerung im Vergleich zu nativen Proben von etwa 33 – 39 % erreicht. Aufgrund der speziellen Herstellung der MIP-Kartuschen, bei der die Zielanalyten zur Konstruktion des Polymernetzwerks bzw. der Kavitäten verwendet werden, ist ein vermehrtes Auftreten von Blindwerten nicht ausgeschlossen. Für 17β-Estradiol und 17α-Ethinylestradiol wurden jedoch im relevanten Konzentrationsbereich keine Blindwerte detektiert. Lediglich für Estron wird ein Analytsignal mit einem Signal-zu-

Rauschverhältnis von 2 registriert. Weitergehende Untersuchungen zu möglichen Blindwerten und Optimierung der Aufreinigung durch Adaption weiterer Aufreinigungsverfahren, wie Normalphasen-SPE oder Lösemittelextraktion, sind im weiteren Projektverlauf ebenso geplant wie systematische Untersuchungen zu unterschiedlichen Partikelanteilen der Gesamtprobe.

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:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

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

Um Strukturen in den Bereichen Forschung und Innovation zu stärken, hat die nordrhein-westfälische Landesregierung im Frühjahr 2016 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. 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? Um diese Frage zu beantworten, ist ein kleiner Exkurs zu den Anfängen der organischen Spurenstoffanalyse am IUTA notwendig. Die Analytik fokussierte sich Anfang der 1990er Jahre auf die Bestimmung hochtoxischer Dioxine in Müllverbrennungsanlagen, aber vereinzelt auch in Lebensmitteln. Der Einstieg in die organische Spurenstoffanalytik hochpotenter Wirkstoffmoleküle mittels moderner Massenspektrometrie (MS) erfolgte, als eine Anfrage bez. der Entsorgung von Filtern, die in Sicherheitswerkbänken verbaut waren, gestellt wurde. Diese Sicherheitswerkbänke (engl.: Laminar Air Flow Box, LAF) werden u. a. in Apotheken und Krankenhäusern eingesetzt, wenn toxische Arzneimittel, wie z. B. Zytostatika, zubereitet werden. Zytostatika werden hauptsächlich im Rahmen der Behandlung von Krebserkrankungen eingesetzt und weisen bereits in geringen Mengen karzinogene, mutagene und/oder reproduktionstoxische Eigenschaften auf. Vor diesem Hintergrund sind spezielle technische, organisatorische und persönliche Schutzvorrichtungen zu treffen, um das Labor- und Krankenhauspersonal bestmöglich vor einer Exposition zu schützen.

Durch die Umsetzung von Forschungsergebnissen ist am IUTA im Rahmen des Dienstleistungswettbewerbs Ruhrgebiet der PharmaMonitor mit den drei Servicebereichen Analysis, Cleaning & Training entstanden. Vor diesem Hintergrund entwickelt IUTA seit Jahren erfolgreich Verfahren zur Analyse hochwirksamer Substanzen in Produktionsstätten der Pharmazie sowie in Laboratorien von Apotheken und in Krankenhäusern. Analytische Fragestellun-

gen 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. Das IUTA plant diese Arbeiten fortzuführen.

Die kleinen Moleküle werden jedoch auch weiterhin im Fokus der Gesamtaktivitäten des IUTA bleiben. Der Bereich *Umwelthygiene & Spurenstoffe* beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit weitergehenden Verfahren zur oxidativen und adsorptiven Behandlung von Abwässern zur Reduktion von Spurenstoffen. Der Nachweis als auch die Kenntnisse über unterschiedliche Eintragspfade der auch als Mikroschadstoffe bezeichneten Substanzen in die Umwelt und den Wasserkreislauf nimmt zu. Dank hochsensitiver instrumenteller Analysemethoden können Mikroschadstoffe nicht nur besser erfasst, sondern ihre ökologischen Auswirkungen auch besser beurteilt werden. Aufgrund der zunehmenden Verwendung unterschiedlicher Chemikalien in Wirtschaft und Privathaushalten (z. B. Arzneimittel, Kosmetikprodukte, Haushalts- und Industriechemikalien) gelangen Mikroschadstoffe in hohem Maße über das kommunale Abwasser in Kläranlagen und von dort aus in nahegelegene Oberflächengewässer.

Um die Frage beantworten zu können, welche Technologie oder Kombination von Technologien für eine effektive Abwasserreinigung am geeignetsten ist, ist eine hocheffiziente Analytik erforderlich, die möglichst viele relevante Substanzen erfasst. Hierbei werden im Wesentlichen zwei Strategien angewendet.

Mithilfe der instrumentellen Analytik auf Basis der Flüssigkeitschromatografie und hochauflösenden Massenspektrometrie (HPLC-HRMS, high-performance liquid chromatography high resolution mass spectrometry) wird versucht, eine Identifizierung aller potenziellen Mikroschadstoffe in einem sehr niedrigen Konzentrationsbereich (1 Nanogramm pro Liter oder geringer!) vorzunehmen. Ausgehend von bekannten Verbindungen kann mithilfe von Screeninguntersuchungen (Suspected-Target Screening) ermittelt werden, ob eine bestimmte Substanz in der Probe vorliegt. Mithilfe des sog. Non-Target-Screening-Ansatzes wird versucht, potenziell unbekannte Verbindungen in der Probe aufzuklären. Dieser Ansatz stößt jedoch unweigerlich an Grenzen, wenn Tausende potenziell relevanter Mikroschadstoffe in einer einzigen Probe vorliegen. Ohne vorherige Kenntnis über die Probe muss prinzipiell jedes massenspektrometrische Signal einer Komponente zugeordnet werden. Diese Vorgehensweise führt in der Praxis nicht zu einer zielgerichteten Lösung, da die Messung einer einzelnen Probe zu mehreren 10.000 Frames führt. Als Frame wird ein detektiertes Masse-zu-Ladungsverhältnis bezeichnet, ohne dass geprüft wurde, ob es sich hierbei tatsächlich um einen Peak handelt. Die Auswertung einer einzelnen Probe und Verifizierung dieser Frames kann mehrere Tage, u. U. sogar mehrere Wochen in Anspruch nehmen bzw. auch unmöglich sein, da nicht alle Frames identifiziert werden können.

Parallel dazu haben sich Assays auf Basis von Zellsystemen (z. B. humane Zellen oder Hefezellen) etabliert, mit deren Hilfe unterschiedliche Wirkungen einer Probe (z. B. toxisches Potenzial) nachgewiesen werden können. Dabei stehen verschiedene Endpunkte, wie z. B. Toxizität (Genotoxizität, Neurotoxizität), antibakterielle Wirkung, Enzyminhibition oder hormonelle Aktivität (Estrogenität, Androgenität, Gestagenität) zur Verfügung. Da die Messung einer Wirkung in Form eines Summenparameters erfolgt, können die in einer Probe enthaltenen Einzelsubstanzen nicht quantifiziert werden. Um die stofflichen Ursachen für die biologische Wirkung einer Wasserprobe zu verstehen und Maßnahmen einzuleiten, die eine Verbesserung des Zustandes des Gewässers ermöglichen, ist es notwendig, die Substanzen, die diese Wirkung hervorrufen, näher zu charakterisieren. Dies gilt umgekehrt auch für den Non-Target-Screening-Ansatz, bei dem die Wirkung der nachgewiesenen Substanzen im Gewässer oft nicht beantwortet werden kann. Dies macht eine Kombination von biologischen Testverfahren mit der chemischen Analytik nicht nur sinnvoll, sondern im Bereich der Umweltanalytik zwingend notwendig.

Im Rahmen der FutureLab-NRW-Plattform sollen nun alle verfügbaren Technologieansätze zu einem Gesamtsystem verbunden werden. Im Rahmen der technisch ausgelegten Forschungsprojekte des IUTA wurden in den letzten Jahren leistungsstarke multidimensionale Trenn- und Detektionstechniken entwickelt. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf die Miniaturisierung gelegt. Diese Art der miniaturisierten Analysensysteme konnte in analytischen Laboren bisher nicht implementiert werden. Ein Grund hierfür ist, dass seitens der Anwender immer wieder die unzureichende Robustheit bemängelt wird. Durch das FutureLab NRW soll die Nutzung dieser Systeme unter praxisrelevanten Bedingungen demonstriert und ein aktiver Wissenstransfer in die Industrie geschaffen werden. Die bislang auf diesem Gebiet erzielten Ergebnisse werden aktuell im Rahmen des Kooperationsprojektes zwischen der GIT und dem IUTA mit dem Titel „Fortschrittliche Chromatographie“ aufgearbeitet.

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-Syste-

men (LIMS) als auch die Möglichkeit, die Flexibilität zu bewahren. Einzelne Softwarepakete, die keine Inklusion wichtiger Metadaten erlauben, 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.

Danksagung:

Das Projekt „FutureLab NRW: Digitalisiertes Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft“ wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

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 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 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, dem 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. 60 Mitglieder des Forschungsbeirates setzen sich paritätisch aus Vertretern der gewerblichen Unternehmen und der Wissenschaft zusammen.

Dem Forschungsbeirat 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 2017 hat der Forschungsbeirat am 7. März 10 Vorhaben und am 5. September 5 Vorhaben begutachtet. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 7 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 2017 hat der IUTA e.V. als Mitgliedsvereinigung der AiF über 228 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 (www.iuta.de, Rubrik „Vernetzung“). 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 ersten Novemberwoche richtete das IUTA zum einen den 9ten „FiltrationsTag“ aus, an dem mehr als 150 Unternehmensvertreter teilnahmen und zum anderen den 2ten „AnalytikTag“, mit ebenfalls rd. 80 Teilnehmern. 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.

Forschungsnetzwerk Mittelstand

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 industriellen Wäschereien

ZIM-KOOPERATIONSNETZWERK
smartLab
www.smartlab-netzwerk.de

4 Anhang

4.1 Vorträge 2017

Asbach, C.
Assessment of personal exposure to nanoparticles – lessons learned during the nanoIndEx project
Danish Center for NanoSafety, Copenhagen, Dänemark,
18.01.2017

Asbach, C., Spreitzer, M., Todea, A.M.
First experiences with a low-cost Sharp dust sensor
Workshop on Status of Air Quality Sensors and their use in (official) monitoring strategies Bilthoven, Niederlande,
13.02.2017

Asbach, C., Todea, A.M.
Messung der persönlichen Exposition gegenüber luftgetragenen Partikeln im Alltag – Eine Pisa Studie
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Partikelmesstechnik, Dresden,
13. – 14.03.2017

Asbach, C., Hellack, B., Schneiderwind, U., Spiegelhoff, D., Finger, H., Küpper, M., Schumacher, S.
Effizienz von Raumluftreinigern für UFP – Labor versus Realraumversuche
24. WaBoLu Innenraumtage, Berlin,
16.05.2017

Asbach, C.
Risk Assessment – Methods to determine inhalation exposure to airborne particles at workplaces
Workshop Scienza e Tecnologia delle Nanoparticelle: Conoscenze e Prospettive in Sanità Pubblica, Venedig, Italien,
24.05.2017

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Dahmann, D., Lidén, G., Todea, A.M.
Accuracy and comparability of lung deposited surface area monitors
AirMon 2017, Dresden,
14.06.2017

Asbach, C., Clavaguera, S., Dahmann, D., Fierz, M., Fontana, L., Iavicoli, I., Kaminski, H., MacCalman, L., Meyer-Plath, A., Simonow, B., van Tongeren, M., Todea, A.M.
Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials – A review of measurement equipment
8th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Elsinore, Dänemark,
30.05.2017

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Schmitz, A., Schmidt, F., Todea, A.M.
Nanoparticle filtration efficiency of HVAC filters and their media
European Aerosol Conference, Zürich, Schweiz,
29.08.2017

Asbach, C., Schmitz, A., Schmidt, F., Monz, C., Todea, A.M.
Intercomparison of a personal CPC and different conventional CPCs
European Aerosol Conference, Zürich, Schweiz,
31.08.2017

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Schmitz, A., Schmidt, F., Todea, A.M.
Investigations on the fractional collection efficiency of full scale HVAC filters for particle sizes between 4 and 100 nm
TSI Filtration Workshop, Aachen,
28.09.2017

Asbach, C.
Effects of aging on filter efficiency
Palas Air Filtration Seminar, Karlsruhe,
21. – 22.11.2017

Asbach, C.
Physical transformation of airborne particles
NanoFase Workshop “Airborne Engineered Nanomaterials: Measurements, Implications and Modelling”, Duisburg,
29.11.2017

Bathen, D, Birkmann, J., Blauth, F., Luckas, M., Pasel, C.
Entwicklung einer Messtechnik zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes von Natriummetabisulfit bei der Reduktion chlorhaltiger Desinfektionsmittel im Prozess der Meerwasserentsalzung mit Umkehrosmose
Aachener Tagung Wassertechnologie,
25.10.2017

Bathen, D.,
Charakterisierung von Adsorbentien zur Entfernung von Inhalationsanästhetika aus Krankenhausablüften
Würzburger Tage (TA Instruments/Waters GmbH), Würzburg,
28.04.2017

Berg, F., Pasel, C., Luckas, M., Eckardt, T., Bathen D.
Ad- und Desorption von höheren Kohlenwasserstoffen aus Erdgasen
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Köln,
07.03.2017

Bielak, H., Itzel, F., Simon, A., Tuerk, J., Dopp, E.
Impact of ozone treatment on the degradation and activity of endocrine active substances in wastewater
10th Micropol and Ecohazard Conference, Wien, Österreich,
17.09. – 21.09.2017

Birkmann, F., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Tieftemperatur-Adsorption kurzkettiger Kohlenwasserstoffe
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Köln,
07.03.2017

Birkmann, J., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Entwicklung einer Messtechnik zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes in der Meerwasserentsalzung mit Umkehrosmosen
12. Aachener Tagung Wassertechnologie, Aachen,
25.10.2017

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilber hinter Verbrennungsprozessen – Grundlegende Abscheidemechanismen als Basis für nachhaltige Minderungsstrategien
VDI Wissensforum „Messung und Minderung von Quecksilberemissionen“, Frankfurt,
07. – 08.03.2017

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Eine Einführung in die Hg-Minderungstechniken mit dem Schwerpunktthema Verhalten des Quecksilbers in der Wäsche
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart,
30.05.2017

Blauth, F., Schiemann, B., Schiemann J.
Energie- und Stoffstrommanagement in gekoppelten Membranprozessen
DGMT-Tagung, Kassel,
08.02.2017

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen D.
Kopplung von kalorimetrischen und volumetrischen Adsorptionsmessungen
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Köln,
07.03.2017

Börgers, A., Antakakyali, D.
Mikroschadstoffelimination: „Anforderung an die Analytik und Bewertung von Mikroschadstoffen bei der (erweiterten) Abwasserreinigung“ und „Neues aus NRW“
DWA-Nachbarschaft Mikrostoffelimination auf Kläranlagen, Duisburg
14.11.2017

Breidenbach, A., Engelke, T., Schmidt F.
Filter testing and classification according to ISO 16890
Palas – Air Filtration Seminar,
November 2017

Bucher, D., Pasel, C., Luckas, M., Fröba, M., Enke, D., Bathen, D.
Untersuchungen zur Adsorption und Desorption von Inhalationsanästhetika im Spurenbereich
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Köln,
07.03.2017

Haep, S.
Wie verdient man mit Umwelttechnik Geld?
JRF-Veranstaltung „Industrie und Umwelt – Quo vadis NRW“, Düsseldorf, Akademie der Wissenschaften,
22.03.2017

Haep, S.
Die Zwerge – klein und gemein? Chancen der Nanotechnologie nutzen, Risiken minimieren
VHS Krefeld in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Krefeld, VHS,
05.12.2017

Hellack, B., Schins, R.P.F., Hoyer, A., Küpper, M., Nickel, C., Hülser, T.
“**Online detection of the oxidative potential of ambient particulate matter by electron paramagnetic resonance spectroscopy**“
Inhaled Particles XII, Scotland,
25. – 27.09.2017

Hellack, B., Kuhlbusch, T.A.J., Quass, U., Kaminski, H., Soppa, V.J., Hennig, F., Hoffmann, B., Schins, R.P.F.
“**Fine and ultrafine particles from indoor sources – Physico-chemical characterization**”
Inhaled Particles XII, Scotland
25. – 27.09.2017

Hellack, B., Kuhlbusch, T.A.J., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Albrecht, C., Schins, R.P.F.
Evaluation of intrinsic & cell-based oxidative properties of nanomaterials and associated oxidative stress responses using multiple assays
nanOEH, Denmark,
29.05. – 01.06.2017

Hellmann, A., Pitz, M., Schmidt, K., Schumacher, S., Asbach, C., Antonyuk, S.
Direkte numerische Simulation der Partikelabscheidung in Faserfiltern unter besonderer Berücksichtigung elektrostatischer Kräfte
Jahrestagung der ProcessNet Fachgruppe Gasreinigung, Frankfurt, Germany,
21. – 22.03.2017

Hetzel, T., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Development of a fast method for the analysis of cytotoxic drugs using micro-LC-MS/MS
Doktorandenseminar AK Separation Science, Hohenroda,
10.01.2017

Hetzel, T., Bläsing, C., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Characterization of efficiency of micro-LC columns in gradient elution
ANAKON 2017, Tübingen,
03.04. – 06.04.2017

Hetzel, T., Bläsing, C., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Characterization of peak capacity of micro-LC columns
HPLC 2017, Prag, Tschechien,
18.06. – 22.06.2017

Hund-Rinke, K., Kühnel, D., van der Zalm, E., Nickel, C.
Grouping / ranking of nanomaterials regarding environmental risk – Are the generally discussed physico-chemical parameters suitable and sufficient?
NanoTech, Washington, USA,
14. – 17.05.2017
09.11.2017

Hülser, T., Schnurre, S.M., Cioffi, M.
Silicon Nanoparticles – An Economic and Sustainable Production Route of Raw Materials for Battery Applications
MRS Fall Meeting, Boston,
27.11. – 01.12.2017

Hülser, T.
Synthesis of Pure and Doped Ceria in a Spray Flame Reactor on the Pilot Plant Scale (invited), Symposium
“Gas-phase Synthesis of Functional Nanomaterials: Fundamental Understanding, Modeling and Simulation, Scale-Up”, Duisburg,
21. – 22.03.2017

Huelser, T., Kunze, F., Kuns, S., Spree, M., Wiggers, H., Schnurre, S.M.
Controlled Synthesis of Highly Specific Silicon Nanoparticles with a Low-Pressure Microwave Plasma Reactor on the Pilot-Plant Scale
MRS Fall Meeting, Boston,
27.11. – 01.12.2017

Huelser, T.,
Hochspezifische Nanopartikel als Ausgangsmaterial für Batterieanwendungen – Herstellung im Pilotmaßstab
Batterietag 2017, 28.03.2017, Aachen,

Huelser, T.,
Synthesis of Highly Specific Nanomaterials on the Pilot Plant Scale – An Approach to New Energy and Environmental Applications
Successful R&I in Europe, 2 – 3 March 2017, Düsseldorf,

Itzel, F., Leonhardt, J., Jewell, K.S., Gehrmann, L., Nielsen, U., Ternes, T.A., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Endocrine effects during ozone treatment of hospital wastewater – using fractionation in combination with effect based analysis
ASLO Conference 2017, Honolulu, Hawaii, 28.02.2017

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Ebersbach, P., Boergers, A., Herbst, H., Maus, C., Simon, A., Dopp, E., Hammers-Wirtz, M., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Investigation of a full-scale ozonation at a municipal wastewater treatment using effect based methods
Urban Water Interfaces Meeting (FutureWater), Universität Duisburg-Essen,
27.04.2017

Itzel, F., Leonhardt, J., Jewell, K.S., Gehrmann, L., Nielsen, U., Ternes, T.A., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Effect directed analysis approach for the identification of unknown active compounds
AOP Seminar bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz,
01.09.2017

Itzel, F., Leonhardt, J., Jewell, K.S., Gehrmann, L., Nielsen, U., Ternes, T.A., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Comprehensive analysis of antagonistic endocrine activity during ozone treatment of hospital wastewater
10th Micropoll & Ecohazard Conference, Wien,
21.09.2017

John, A., Quass, U., Kaminski, H., Kreckel, S., Hellack, B., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T.A.J., Leinert, S., Gladtke, D., Olschewski, A., Geiger, J.
Messungen von TiO_2-Nanopartikeln im Umfeld einer industriellen Produktionsanlage
52. MTK, Fulda,
22. – 24.05.2017

John, A.
Effect of ENM Form on Environmental Fate in Air
NanoFASE Spring 2017 Work Packages Meeting, Aveiro,
21st March 2017

Klaßen, M., Fischer, B., Teutenberg, T., Hetzel, T., Bettermann, H.
Hyphenation of size-exclusion chromatography with on-line Raman detection
Inside Raman 2017, Fa. Renishaw, Pliezhausen,
06.10.2017

Klaßen, M., Fischer, B., Teutenberg, T., Hetzel, T., Bettermann, H.
On-line Kopplung von Flüssigkeitschromatographie und Raman-Spektroskopie
Bioseperation Seminar, Fa Tosoh Bioscience; Köln,
08.11.2017

Knoop, O., Itzel, F., Tuerk, J., Schmidt, T.C.
Identifying the risk – Monitoring of water quality needs more than conventional chemical analysis
ASLO Conference 2017, Honolulu, Hawaii, 28.02.2017

Knoop, O., Itzel, F., Lutze H., Tuerk, J., Schmidt, T.C
Ozonation of Tamoxifen Generates Endocrine Active Transformation Products
10th Micropoll & Ecohazard Conference, Wien, Österreich,
21.09.2017

Kube, C., Flieter, I.,
Validierung der Methode „Vor-Ort-Elutionsverfahren zur Ermittlung der mobilisierbaren anorganischen Stoffanteile mit einem Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis von s/l=1:10“ / „Validierung eines Vor-Ort-Schnellelutionsverfahrens“
LAGA-Vorhaben LFP L 1.16, Vortrag auf der 29. Sitzung des LAGA-Forums Abfalluntersuchungen, Fulda,
04. – 05.09.2017

Kunze, F., Spree, M., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.
Continuous synthesis of silicon nanoparticles in a low pressure microwave plasma reactor on the pilot-plant scale
European Aerosol Conference, Zürich,
27.08. – 1.09.2017

Kunze, F.,
Long-term Synthesis of Highly Specific Silicon Nanoparticles in a Microwave Supported Plasma Reactor on the Pilot-plant Scale, Symposium
“Gas-phase Synthesis of Functional Nanomaterials: Fundamental Understanding, Modeling and Simulation, Scale-Up”, Duisburg,
21. – 22.03.2017

Leonhardt, J.
Allotrope Foundation and the Allotrope Data Format (ADF)
7. Netzwerktreffen SmartLab, Hannover,
28.09.2017

Mölter-Siemens, W.
Filtration of compressed air – a review
Palas Air Filtration Seminar, Karlsruhe,
21. – 22.11.2017

Nickel, C.
Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt – eine Kurzübersicht
Nanotechnologie Masterplan Umwelt und Gesundheit NRW, Düsseldorf,
10.03.2017

Nickel, C., Herrchen, M., Hund-Rinke, K., Kühnel, D., Schwirn, K., Kuhlbusch, T., Asbach, C.
Grouping of nanomaterials for occupational health, consumer-, environmental protection and risk prevention
SETAC 2017, Brüssel, Belgien,
07. – 11.05.2017

Nickel, C.
Mobility of different nanomaterials in unsaturated soil columns
UBA Stakeholder Meeting on Nanomaterials in the Environment, Dessau,
10. – 11.10.2017

Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S., Bahners, T., Gutmann, J., Prager, L.
Einsatz lichtführender textiler Strukturen mit TiO_2-Beschichtung zur Entwicklung neuartiger durchströmbarer photokatalytischer Filter
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung, Energieverfahrenstechnik, Gasreinigung, Hochtemperaturtechnik, Rohstoffe, Frankfurt am Main,
21. – 23.03.2017

Quass, U.
Black Carbon: Literaturstudie zur Aufarbeitung des Wissensstandes; Untersuchung der standortspezifischen Korrelation mit PM_{10} und $PM_{2.5}$; messbasierte Studie zur Zunahme der Konzentration durch Holzverfeuerung
Bund-Länder Messnetztagung in Waldhof,
09.05.2017

Schiemann, J.
Quecksilber aus LCD
Erstbehandlertreffen, Gießen,
24.10.2017

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., van der Zwaag, T., Norsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Partikelprobenahme in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen zur Charakterisierung korrosionsrelevanter Spezies
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung, Frankfurt, Germany,
22. – 23.03.2017

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., van der Zwaag, T., Norsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Charakterisierung korrosionsrelevanter Partikel in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen
VDI-Fachkonferenz Feuerung und Kessel, Berlin,
30. – 31.05.2017

Schumacher, S., Küpper, M., Spiegelhoff, D., Schneiderwind, U., Finger, H., Asbach, C.
Evaluation of mobile air purifiers under real conditions
23rd European Aerosol Conference, Zürich, Switzerland,
23.08. – 01.09.2017

Schumacher, S., Küpper, M., Spiegelhoff, D., Schneiderwind, U., Finger, H., Asbach, C.
Evaluation of mobile air purifiers under real conditions
IEC TC 59 PT 63086 Workshop on Indoor Air Quality, Washington D.C., USA,
26.09.2017

Shandilya, N., Ligthart, T., van Voorde, I., Stahlmecke, B., Clavaguera, S., Kuhlbusch, T.A.J., Laucournet, R., Henzing, B., Ding, Y., Goede, H.
Bayesian Belief Network to forecast nanomaterial release during waste shredding
8th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Denmark,
29.05. – 01.06.2017

Stahlmecke, B.
N3RvousSystem – A 3R systems biology strategy for human neurotoxicity hazard, risk and safety assessment
InnoSysTox Statusseminar, Düsseldorf,
07.11.2017

Teutenberg, T., Leonhardt, J., Gassner, O., Hetzel, T.
Microscaled online comprehensive two-dimensional liquid chromatography – some second thoughts on speed, efficiency and selectivity
33rd International Symposium on Microscale Separations and Bioanalysis (MSB 2017), Noordwijkerhout, The Netherlands,
26.03. – 29.03.2017

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Bläsing, C.
Entwicklung schneller HPLC-Methoden mittels Mikro-LC und Tandemmassenspektrometrie
Chrom Forum, Rüsselsheim,
28.06.2017

Türk, J., Gehrmann, L., Itzel, F., Hetzel, T., Posch, T., Teutenberg, T.
Möglichkeiten und Grenzen bei der instrumentellen und wirkungsbezogenen Analytik von Hormonen
7. Berliner LC-MS/MS Symposium, Berlin,
13.03. – 14.03.2017

Tuerk, J., Denecke, M.
Overview wastewater treatment technologies
DAAD Summer school "Enhanced technologies for water and wastewater treatment in urban systems", Essen,
05.09.2017

Tuerk, J.
Micropollutants in the water cycle: occurrence, analysis and advanced technologies
DAAD Summer school "Enhanced technologies for water and wastewater treatment in urban systems", Essen,
05.09.2017

Tuerk, J., Antakyali, D.,
Reduction of Micropollutant Emissions in North Rhine-Westphalia
Studienreise des türkischen Forschungsrates (TÜBITAK MAM) und des türkischen Ministeriums für Umwelt und Stadtentwicklung „Behandlung von Abwässern von Gesundheitseinrichtungen“, Duisburg,
09.11.2017

Tuerk, J.
Introduction to the draft of the DWA leaflet laboratory waste water
(DWA-M 709 „Laborabwasser“, Entwurf August 2017) and practical examples from a research institute, Studienreise des türkischen Forschungsrates (TÜBITAK MAM) und des türkischen Ministeriums für Umwelt und Stadtentwicklung „Behandlung von Abwässern von Gesundheitseinrichtungen“, Duisburg,
09.11.2017

Türk, J., Itzel, F., Kerstein, J., Posch, T.N.,
Moderne Wasser- und Abwasseranalytik mittels GC-MS/MS
Langenauer Wasserforum, Langenau,
14.11.2017

Vogt, M., Zeiner, T. und Haep, S.
Druckwasserwäsche mit Membrankontaktoren zur CO_2-Abscheidung
DGMT Tagung "Neue Entwicklungen in der Membrantechnik", Kassel, 08.02.2017

4.2 Veröffentlichungen 2017

Asbach, C., Alexander, C., Clavaguera, S., Dahmann, D., Dozol, H., Faure, B., Fierz, M., Fontana, L., Iavicoli, I., Kaminski, H., MacCalman, L., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Van Tongeren, M., Todea, A.M.
Review of measurement techniques and methods for assessing personal exposure to airborne nanomaterials in workplaces
Science of the Total Environment, 603-604: 793-806, 2017

Asbach, C., Neumann, V., Monz, C., Dahmann, D., van Tongeren, M., Alexander, C., MacCalman, L., Todea, A.M.
On the effect of wearing personal nanoparticle monitors on the comparability of personal exposure measurements
Environmental Science: Nano 4, 233-243 2017

Asbach, C., Schmitz, A., Schmidt, F., Monz, C., Todea, A.M.
Intercomparison of a personal and different conventional CPCs
Aerosol and Air Quality Research 17: 1132-1141, 2017

Bahners, T., Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S., Prager, L., Gutmann, J.S.
Lichtemittierende textile Strukturen als Anregungsquelle in photokatalytischen Luftfiltern
Technische Textilien 60 (2017) 254-257

Bahners, T., Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S., Prager, L., Gutmann, J.S.
Light emitting textile structures serving as excitation source in full-flow filters for photo-catalytic air purification
Technical Textiles 60 (2017) E281-E282

Berg, F., Pasel, C., Luckas, M., Eckardt, T., Bathen, D.,
Adsorption of cyclic hydrocarbons on silica alumnia gels in natural gas processing
Chem. Ing. Tech. 89 (2017) 7, S. 935-943

Birkmann, F., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Trace adsorption of ethane, propane, and n-butane on microporous activated carbon and zeolite 13X at low temperatures
J. of Chem. & Eng. Data 62 (2017), S. 1973-1982

Blaeker, C., Heib, S., Pasel, C., Atakan, B., Bathen, D.
Investigation of mechanical, chemical and adsorption properties of novel silicon-based adsorbents with activated carbon structure
Journal of Carbon Research 2017, doi:10.3390/c3030027

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen, D.
Investigation of load-dependent heat of adsorption of alkanes and alkenes on zeolites and activated carbons
Microporous and Mesoporous Materials 241 (2017), S. 1-10

Bucher, D., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Adsorption of Inhalation Anesthetics (Fluranes and Ethers) on Activated Carbons and Zeolites at Trace Level Concentrations
J. of Chem. & Eng. Data 62 (2017), S. 1832-1841

Cao, L.N.Y., Chen, S.C., Fissan, H., Asbach, C., Pui, D.Y.H.
Development of a geometric surface area monitor (GSAM) for aerosol nanoparticles
Journal of Aerosol Science 114: 118-129, 2017

Chamas, A., Pham, H.T.M., Jähne, M., Hettwer, K., Gehrmann, L., Tuerk J., Uhlig, S., Simon, K., Baronian, K., Kunze, G.
Separation and identification of hormone-active compounds using a combination of chromatographic separation and yeast-based reporter assay
Science of the Total Environment, 2017, 605-606, 507-513

Chowanietz, V., Pasel, C., Luckas, M., Eckardt, T., Bathen, D.
Desorption of Mercaptans and Water from a Silica–Alumina Gel
Ind. Eng. Chem. Res. 56 (2017), S. 614-621

Ding, Y., Kuhlbusch, T.A.J., van Tongeren, M., Sánchez Jiménez, A., Tuinman, I., Chen, R., Larazza Alvarez, I., Mikolajczyk, U., Nickel, C., Meyer, J., Kaminski, H., Wohlleben, W., Stahlmecke, B., Clavaguera, S., Riediker, M.
Airborne Engineered Nanomaterials in the Workplace—a Review of Release and Worker Exposure during Nanomaterial Production and Handling Processes
Journal of Hazardous Materials, Volume 322, Part A, pp 17-28, 2017

Fehrenbach, T., Wiese, S.
Materials in HPLC and UHPLC – What to use for which purpose
In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-Expert II: Find and Optimize the Benefits of your HPLC/UHPLC.
Wiley 2017, ISBN: 9783527339723, 223-267

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Simon, A., Kunze, G., Dopp, E., Wagner, M., Tuerk, J.
Vergleich von drei Rezeptor-Gen-Assays zur Bewertung der estrogenen Aktivität in Kläranlagen
Vom Wasser, 2017, 115(2), 63-67

Ghouma, I., Jeguirim, M., Sager, U., Limousy, L., Bennici, S., Däuber, E., Asbach, C., Ligotski, R., Schmidt, F., Ouederni, A.
The potential of activated carbon made of agro-industrial residues in NO_x immissions abatement
Energies, 10:1508-1522, doi:10.3390/en10101508, 2017

Hellack, B., Nickel, C., Schins, R.
Oxidative potential of silver nanoparticles measured by electron paramagnetic resonance spectroscopy
Journal of Nanoparticle Research 19(12), DOI10.1007/s11051-017-4084-3, 2017

Hellack, B., Nickel, C., Albrecht, C., Kuhlbusch, T.A.J., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Wohlleben, W., Schins, R.P.F.
Analytical methods to assess the oxidative potential of nanoparticles: a review
Environmental Science: Nano, doi:10.1039/C7EN00346C

Hellack, B., Sugiri, D., Schins, R.P.F., Schikowski, T., Krämer, U., Kuhlbusch, T.A.J., Hoffmann, B.
Land use regression modeling of oxidative potential of fine particles, NO_2, $PM_{2.5}$ mass and association to type two diabetes mellitus
Atmospheric Environment 171:181-190, 2017, doi:https://doi.org/ 10.1016/j.atmosenv.2017.10.017

Hetzel, T., Bläsing, C., Jäger, M., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Characterization of peak capacity of microbore liquid chromatography columns using gradient kinetic plots
Journal of Chromatography A, 2017, 1485, 62-69

Hetzel, T., Teutenberg, T., Portner, C., Tuerk, J.
Requirements of LC-Hardware for the Coupling of different mass spectrometers
In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-Expert II: Find and Optimize the Benefits of your HPLC/UHPLC., Wiley 2017, ISBN: 9783527339723, 171-192

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, 2017

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Ebersbach, P., Boergers, A., Herbst, H., Maus, C., Simon, A., Dopp, E., Hammers-Wirtz, M., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Investigation of a full-scale ozonation at a municipal wastewater treatment plant by a toxicity-based evaluation concept
Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A, 2017, 80, 1242-1258

Jeguirim, M., Sager, U., Ghouma, I., Limousy, L. Bennici, S., Däuber, E., Asbach, C., Ligotski, R., Schmidt, F., Ouederni, A.
The potential of activated carbon made of agro-industrial residues in NO_x immissions abatement
Energies 10: 1508, 2017

Kube, C., Inga, Flieter, I.
"Validierung der Methode „Vor-Ort-Elutionsverfahren zur Ermittlung der mobilisierbaren anorganischen Stoffanteile mit einem Feststoff-/Flüssigkeitsverhältnis von s/l=1:10“ / „Validierung eines Vor-Ort-Schnellelutionsverfahrens“
Abschlussbericht LFP-Vorhaben L 1.16 veröffentlicht unter: http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAGA/L_1.16/index.jsp

Lanzinger, G., Baumgärtner, M., Kiffmeyer, T., Türk, J., Beyer, M.
Versilberte Schmutzfänger mit Signalwirkung (Teil 1)
Galvanotechnik, 2017, 108(5). 902-909

Lanzinger, G., Baumgärtner, M., Kiffmeyer, T., Türk, J., Beyer, M.
Versilberte Schmutzfänger mit Signalwirkung (Teil 2)
Galvanotechnik, 2017, 108(6):1130-1138

Leonhardt, J.; Haun, J.; Schmidt, T.C.; Teutenberg, T.
The Benefits of Coupling Miniaturized Comprehensive 2D LC with Hybrid High-Resolution Mass Spectrometry
LCGC Europe, 2017, 30 (5), 264-270

Nordmann, S., Quass, U., Schluenzen, K.H., Muller, W.J., Jaeckel, S.
CEN standardization activities for quality assurance in dispersion modelling and source apportionment
Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 77 (7-8), 303-308, 2017

Sager, U., Ligotski, R., Engelke, T., Däuber, E., Schmidt, F., Asbach, C.
Qualifizierung von Adsorptionsfiltern und -medien für die Raumlufttechnik gemäß DIN EN ISO 10121
GI – Gebäudetechnik in Wissenschaft & Praxis 138(6), 490-498, 2017

Salma, A., Lutze, H.V., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Photolytic degradation of the β-blocker nebivolol in aqueous solution
Water Research, 2017, 116, 211-219.

Schmidt, F., Engelke, T., Breidenbach, A., Däuber, E.
Die Effizienz und der Druckverlust von Filtern für raumlufttechnische Anlagen
F&S Filtrieren und Separieren, 31 (2017) Nr. 3

Schmidt, F., Breidenbach, A., Sager, U., Däuber, E., Engelke, T.
Efficiency of cabin air filters during life cycle with regard to particle filtration and adsorption
F&S International Edition No.17 (2017), 66-71

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Khot, A., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Charakterisierung korrosionsrelevanter Partikel in Feuerraum und Kessel von Müllverbrennungsanlagen
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 77 (5), 185-190, 2017

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Charakterisierung korrosionsrelevanter Partikel in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen
VDI-Wissensforum: „Feuerung und Kessel-Beläge und Korrosion in Großfeuerungsanlagen“ VDI-Verlag, Düsseldorf, 2017

Schumacher, S., Lindermann, J., Khot, A., Jarzyna, D., Stahlmecke, B., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
An Artifact-Minimizing Method for Total Dust Sampling and Chemical Characterization of Industrial High-Temperature Aerosols
Aerosol Science and Technology 2017, Vol 51. No. 9., 1047-1056

Schweers, D., Vogt, M., Peil, S.
Voraussetzungen zur Planung energiekostenoptimaler Produktionsprogramme
VIK Mitteilungen 5/2017, S.28-31

Soppa, V.J., Schins, R.P.F., Hennig, F., Nieuwenhuijsen, M.J., Hellack, B., Quass, U., Kaminski, H., Sasse, B., Shinnawi, S., Kuhlbusch, T.A.J., Hoffmann, B.
Arterial blood pressure responses to short-term exposure to fine and ultrafine particles from indoor sources – A randomized sham-controlled exposure study of healthy volunteers
Environmental Research 158, 225-232, 2017

Stafoggia, M., Schneider, A., Cyrys, J., Samoli, E., Andersen, Z., Jovanovic, B., Getahun, B., Bellander, T., Cattani, G., Eleftheriadis, K., Faustini, A., Hoffmann, B., Jacquemin, B., Katsouyanni, K., Massling, A., Pekkanen, J., Perez, N., Peters, A., Quass, U., Yli-Tuomi, T., Forastiere, F.
Association between short-term exposure to ultrafine particles and mortality in eight European urban areas
Epidemiology: March 2017, Volume 28, Issue 2, p 172-180; doi: 10.1097/EDE.0000000000000599

Sthijns M.M.J.P.E, Thongkam, W., Albrecht, C., Hellack, B., Bast, A., Haenen, G.R.M.M., Schins, R.P.F.
Silver nanoparticles induce hormesis in A549 human epithelial cells
Toxicology in Vitro 40:223-233 doi:https://doi.org/10.1016/j.tiv.2017.01.010

Sumalowitsch, T., Itzel, F., Gehrmann, L., vom Eyser, C., Hetzel, T., Teutenberg, T., Türk, J.
Entwicklung einer Analysenmethode zur Bestimmung von Östrogenen in Oberflächengewässern und Abwässern durch die Kombination von offline-SPE und online-SPE-LC-MS/MS
Sonderpublikation zum Langenauer Wasserforum, 2017

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Grundlagen der Chromatographie – Selektivität versus Effizienz
GIT Labor-Fachzeitschrift 2/2017, 32-34

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Chromatography Basics – Selectivity versus Efficiency
G.I.T. Laboratory Journal 03-04/2017, 12-14

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Grundlagen der 2D-LC – Wenn es so richtig komplex wird
GIT Labor-Fachzeitschrift 3/2017, 26-28

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Mikro-LC Grundlagen – Wenn es mal wieder schnell gehen muss
GIT Labor-Fachzeitschrift 4/2017, 42-44

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Micro-LC The Basics – For Those Times When We're in a Hurry
G.I.T. Laboratory Journal 05-06/2017, 12-15

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Probenvorbereitung und Automation – Aller Anfang ist schwer
GIT Labor-Fachzeitschrift 6/2017, 33-35

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Sample Preparation and Automation
G.I.T. Laboratory Journal 07-08/2017, 14-15

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Split oder Splitless, das ist hier die Frage! – Der Einfluss von Pumpentechnologie auf die Effizienz der HPLC
GIT Labor-Fachzeitschrift 9/2017, 42-44

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Split or Splitless – That is the Question!
G.I.T. Laboratory Journal 9-10/2017, 37-38

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.
Miniaturisierung in der Chromatographie – Die Injektion, das unbekannte und komplexe Wesen
GIT Labor-Fachzeitschrift 10/2017, 51-53

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.
The injection, the unknown and complex being
G.I.T. Laboratory Journal 11-12/2017, 35-38

Teutenberg, T., Hetzel, T., Leonhardt, J.
Die Säule – Das Herzstück der Chromatographie
GIT Labor-Fachzeitschrift 12/2017, 38-40

Teutenberg, T., Leonhardt, J.
2D-Chromatography – potentialities and limitations
In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-Expert II: Find and Optimize the Benefits of your HPLC/UHPLC, Wiley 2017, ISBN: 9783527339723, 193-221

Teutenberg, T., Hetzel, T., Portner, C., Wiese, S., vom Eyser, C., Tuerk, J.
Aspects of the development of methods in LC/MS coupling. In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-MS handbook for practitioners
Wiley, 2017, ISBN: 978-3-527-34307-2, 73-137

Teutenberg, T., Hetzel, T., Portner, C., Wiese, S., vom Eyser, C., Türk, J.
Aspekte der Methodenentwicklung bei der LC-MS-Kopplung. In: Kromidas, S. (Herausgeber) Das HPLC-MS-Buch für Anwender
Wiley, 2017, ISBN: 978-3-527-34291-4, 75-144

Todea, A.M., Beckmann, S., Kaminski, H., Monz, C., Dahmann, D., Neumann, V., Simonow, B.K. , Dziurowitz, N., Meyer-Plath, A., Fierz, M., Dozol, H., Clavaguera, S., Lidén, G., Tuinman, I., Pelzer, J., Bard, D., Thali, P., Bau, S., van der Vleuten, A., Vroomen, H., Asbach, C.
Inter-comparison of personal monitors for nanoparticles exposure at work places and in the environment
Science of the Total Environment 605-606, 929-945, 2017

Urbanczyk, R., Peinecke, K., Peil, S., Felderhoff, M.
Development of a heat storage demonstration unit on the basis of Mg_2FeH_6 as heat storage material and molten salt as heat transfer media
International Journal of Hydrogen Energy 42 (2017) 13818-13826

Wehrl, M., Meeßen, J., Hugo, A.
Sicher keimfrei – Ein neuartiges System zur Zuluftkontrolle
Rationell Reinigen (68) 2017, 10.2017, 62-64

Wiese, S., Hetzel, T.
The modern HPLC/UHPLC device
In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-Expert II: Find and Optimize the Benefits of your HPLC/UHPLC, Wiley 2017, ISBN: 9783527339723, 29-51

Wiese, S., Hetzel, T.
Aspects of the modern HPLC device – Experience report of an operator
In: Kromidas, S. (editor) The HPLC-Expert II: Find and Optimize the Benefits of your HPLC/UHPLC, Wiley 2017, ISBN: 9783527339723, 281-300

Yilmaz, G., Kaya, Y., Vergili, I., Gönder, Z.B., Özhan G., Celik, B.O., Altinkum, S.M., Bagdatli, Y., Boergers, A., Tuerk, J.
Characterization and toxicity of hospital wastewaters in Turkey
Environmental Monitoring and Assessment, 2017, 189(2), 55

4.3 Poster 2017

Asbach, C.
Methoden zur Bestimmung der persönlichen Exposition gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien
NanoCare Clustertreffen, Frankfurt,
04. – 05.05.2017

Bielak, H., Itzel, F., Simon, A., Türk, J., Dopp, E.
Untersuchungen zum Abbau von endokrin aktiven Substanzen in Abwässern, einzeln und in Mischung, durch den Einsatz von Ozon
Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Donaueschingen,
22.05. – 24.05.2017

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach F., Bathen, D.
A new device for coupling of calorimetric and volumetric adsorption measurements
11th International Symposium on the Characterization of Porous Solids (COPS-XI), Avignon,
14.05.2017

vom Eyser, C., Blaesing, T., Teutenberg, T., Türk, J.
Vergleich von Online-SPE und klassischer SPE bei der Spurenanalytik von Arzneimittelwirkstoffen mittels LC-MS/MS
7. Berliner LC-MS/MS Symposium, Berlin,
13.03. – 14.03.2017

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Simon, A., Gotthard Kunze, Dopp, E., Wagner, M., Türk, J.
Vergleich von drei Rezeptor-Gen-Assays zur Bewertung der estrogenen Aktivität in Kläranlagen
Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Donaueschingen,
22.05. – 24.05.2017

Heib, S., Bläker, C., Pasel, C., Bathen, D., Atakan, B.
Alumina based adsorbents by chemical vapor infiltration of activated carbon: Investigation of the growth kinetics
21st EuroCVD conference, Linköping (S),
11. – 14.06.2017

Heib, S., Bläker, C., Pasel, C., Bathen, D., Atakan, B.
Al-basierte Adsorbentien durch Chemische Gasphaseninfiltration von Aktivkohle: Parameterstudie und Modellentwicklung
Thermodynamik-Kolloquium 2017,
TU Dresden,
27. – 29.09.2017

Hellack, B., Nickel, C., Schlich, K., Hund-Rinke, K., Hülser, T.
Oxidative potential of nanomaterials in the eluate of quartz sand and natural soils?
Elsinore, Dänemark,
29.05. – 01.06.2017

Hellack, B., Kuhlbusch, T.A.J., Santiago-Aragao, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, RPF
Intrinsic and cell-based oxidative properties of nanomaterials and associated oxidative stress responses determined by multiple assays
Inhaled Particles XII, Scottland,
25 – 27 September 2017

Hellack, B., Nickel, C., Schlich, K., Hund-Rinke, K., Hülser, T.
Oxidative Potential of nanomaterials in the eluate of unsaturated quartz sand and natural soils?
Stakeholder Meeting Nano, Dessau-Rosslau,
10. – 11.10.2017

Hellack, B., Nickel, C., Schlich, K., Hund-Rinke, K., Hülser, T.
Oxidative Potential of nanomaterials in the eluate of unsaturated quartz sand and natural soils?
SETAC, Brussels,
7. – 11.05.2017

Hellack, B., Nickel, C., Schlich, K., Hund-Rinke, K., Hülser, T.
Oxidatives Potential von Nanomaterialien im Boden/-eluat?
nanoCare Clustertreffen, Karlsruhe,
04.05. – 05.05.2017

Hetzel, T., Bäsing, C., Jäger, M., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
The ultimate limitations in micro-liquid chromatography in terms of speed, efficiency and sensitivity
HPLC 2017, Prag, Tschechien,
18.06. – 22.06.2017

Hetzel, T., vom Eyser, C., Schmidt, T.C., Tuerk, J., Teutenberg, T.
Analysis of selected antineoplastic drugs from wipe samples using micro-liquid chromatography tandem mass spectrometry
7. Berliner LC-MS/MS Symposium, Berlin,
13.03. – 14.03.2017

Itzel, F., Gehrmann, L., Maus, C., Herbst, H., Schmidt, T.C., Türk, J.
Großtechnische Ozonung als vierte Reinigungsstufe auf einer Kläranlage
Wasser Berlin International, Internationale Konferenz der IOA, Berlin,
31.03.2017

Itzel, F., Jewell, K.S., Gehrmann, L., Leonhardt, J., Nielsen, U., Ternes, T.A., Schmidt, T.C., Türk, J.
Bestimmung von antagonistischen hormonellen Effekten in Krankenhausabwasser mittels Arxula Adeninivorans Hefezellen-assays und HRMS
Langenauer Wasserforum, Langenau,
13.11. – 14.11.2017

Klaßen, M., Fischer, B., Teutenberg, T., Hetzel, T., Bettermann, H.
Online Kopplung von Flüssigkeitschromatographie und Raman-Spektroskopie
ANAKON 2017, Tübingen,
03.04. – 06.04.2017

Loeker, D., Hetzel, T., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Development of a packing procedure for miniaturized HPLC columns
HPLC 2017, Prag, Tschechien,
18.06. – 22.06.2017

Loeker, D., Hetzel, T., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Determination of the influence of temperature on the efficiency of miniaturized HPLC-columns
ANAKON 2017, Tübingen,
03.04. – 06.04.2017
HPLC 2017, Prag, Tschechien,
18.06. – 22.06.2017

Lutze, H.V., Zoschke, K., Alexander, J., Hammers-Wirtz, M., Happel, O., Hübner, U., Miehe, U., Prasse, C., Tekle-Röttering, A., Türk, J., Wenk, J., Wieland, A.
Hauptausschuss Wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen – Fachausschuss Oxidative Verfahren
Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft, Donaueschingen,
22.05. – 24.5.2017

Mayer-Gall, T., Weimann, J., Schmidt, F., Hugo, A., Kreckel, S., Gutmann, J.S.
Tests for thermal, chemical and mechanical degradation characteristics of cleanable filter media
Aachen Dresden Denkendorf International Textile Conference, Stuttgart,
30.11. – 01.12.2017

Neubauer, N., Wohlleben, W., Heunisch, E., Plitzko, S., Möhlmann, C., Oeffling, B., Schumacher, C., Herrchen, M., Hund-Rinke, K., Kühnel, D., Dahmann, D., Kuhlbusch, T., Nickel, C., Stahlmecke, B., Göhler, D., Stintz, M., Schwirn, K., Völker, D., Funk, B., Zoz, H.
nanoGRAVUR: AP2/AP6: Gruppierung/Testung in Bezug auf Freisetzung, Transport, Transformation und Exposition
BMBF-Clustermeeting, Karlsruhe,
04. – 05.05.2017

Nickel, C., Hellack, B., Peijnenburg, W.
Effect of transformation on the mobility of different nanomaterials of future relevance
ICEENN, Birmingham,
03. – 06.09.2017

Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S., Bahners, T., Gutmann, J., Prager, L.
Einsatz lichtführender textiler Strukturen mit TiO_2-Beschichtung zur Entwicklung neuartiger durchströmbarer photokatalytischer Filter
24. Innovationstag Mittelstand des BMWi, Berlin,
18.5.2017

Pokhrel, S., Altmann, P., Hellack, B., Hülser, T., Mädler, L., Spree, M., Wessely, B.
Synthese, Charakterisierung, Prozessierung und Applikation von oxidischen Nanopartikeln
nanoCare Clustertreffen, Karlsruhe,
04. – 05. Mai 2017

Posch, T., Itzel, F., Gehrmann, L., Türk, J.
Bestimmung von östrogen wirksamen Substanzen in Wasserproben mittels GC-MS und LC-MS/MS
ANAKON 2017, Tübingen,
03.04. – 06.04.2017

Sager, U., Ligotski, R., Däuber, E., Schmidt, F., Asbach, C., Bathen, D.
Übertragbarkeit der Sorptionskenngrößen adsorptiver Filtermedien auf konfektionierte Filter für raumlufttechnische Anlagen
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppen Energieverfahrenstechnik und Gasreinigung, Frankfurt,
21. – 23.03.2017

Schmidt, F., Engelke, T., König, C., Däuber, E., Asbach, C., Haep, S.
Efficiency of air filters for general ventilation and gas turbines in humid environments
European Aerosol Conference, Zürich, Schweiz,
27.08. – 01.09.2017

Schmidt, F., Engelke, T., Breidenbach, A., Asbach, C.
Filtration performance of particle filters for general ventilation aged in real life or loaded with ASHRAE A2 test dust in the lab
European Aerosol Conference, Zürich, Schweiz,
27.08. – 01.09.2017

Schnurre, S., Spree, M., Hellack, B., Hülser, T.
Synthesis of pure and doped ceria nanomaterials on the pilot plant scale
European Aerosol Conference 2017, Zürich, 27.08. – 01.09.2017

Schumacher, S., Spiegelhoff, D., Küpper, M., Schneiderwind, U., Finger, H., Asbach, C.
Evaluierung mobiler Raumluftreiniger unter realen Bedingungen
Jahrestagung der ProcessNet Fachgruppe Gasreinigung, Frankfurt, Germany, 21.03. – 22.03.2017

Schumacher, S., Spiegelhoff, D., Küpper, M., Schneiderwind, U., Finger, H., Asbach, C.
Cleaning efficiency and aging of electret filters in mobile air purifiers
23rd European Aerosol Conference, Zürich, Switzerland, 27.08. – 01.09.2017

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Particle sampling under extreme conditions: An analysis of the corrosion-relevant aerosol in boilers of waste incineration plants
23rd European Aerosol Conference, Zürich, Switzerland, 27.08. – 01.09.2017

Stahlmecke, B., Sager, U., Clavaguera, S., Ligthart, T., Goede, H., Asbach, C.
A Simple Tool for Massflow Analysis of Nanomaterials along their Lifecycle
8th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Denmark, 29 May – 1 June 2017

Sumalowitsch, T., vom Eyser, C., Hetzel, T., Rosenberg, E.E., Teutenberg, T., Türk, J.
Kombination von Online-SPE und klassischer SPE bei der Analytik von Hormonen mittels LC-MS/MS
12. Langenauer Wasserforum 2017, Langenau, 13.11. – 14.11.2017

Todt, K., Behrla, D., Kreckel, S., Bittig, M., Kasprick, M., Suprun, W., Gläser, R.
Niedertemperatur-Entstickung von industriellen Abgasen Teil 2: Ergebnisse unter praxisnahen Bedingungen
ProcessNet-Fachtagung „Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung, Energieverfahrenstechnik, Gasreinigung, Hochtemperaturtechnik, Rohstoffe und Kreislaufwirtschaft“, Frankfurt/M., 21.03 – 23.03.17

Weimann, J., Schmidt, F., Hugo, A., Kreckel, S., Mayer-Gall, T.
Tests for thermal, chemical and mechanical degradation characteristics of cleanable filter media
EAC 2017, Zürich, 27.08.2017 – 1.09.2017

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen

Asbach, C.
Perspektiven der Sensortechnik für die Filtration
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Asbach, C.
Neue Entwicklungen im Bereich der Staubsensoren
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Finger, H.
Formaldehyd zur Qualifizierung von Raumluftreinigern gemäß GB/T 18801
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Kiffmeyer, T.
Photokatalytische Selbstreinigung für Zytostatika und mikrobielle Kontaminationen
NZW Dresden, Dresden,
09. – 10.06.2017

Kiffmeyer, T.
Workshop: Effektive Reinigung belasteter Oberflächen und Materialien
(inkl. praktische Übungen)
NZW Dresden, Dresden,
09. – 10.06.2017

Mölter-Siemens, W.
Öltransport in Koaleszenzfiltern für die Druckluftaufbereitung
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S.
Neues Sensorkonzept zur Messung geringer Geschwindigkeiten in turbulenzarmen Luftströmungen
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Sager, U., Däuber, E., Mölter-Siemens, W., Asbach, C.
Energielabeling von Adsorptionsfiltern in den Bereichen Druckluft u. Raumluft
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Schumacher, S., Küpper, M., Spiegelhoff, D., Schneiderwind, U., Finger, H., Asbach, C.
Einfluss der Alterung auf das Abscheideverhalten von Elektretfiltern in Raumluftreinigern
9. FiltrationsTag, Duisburg,
09.11.2017

Teutenberg, T.; Hetzel, T.
Fast analysis using Micro-LC-MS/MS – Advantages and Prejudices
7. Berliner LC-MS/MS Symposium, Berlin,
13.03. – 14.03.2017

Teutenberg, T., Hetzel, T.
Chromatografische Methodenentwicklung in der LC-MS/MS – Brauchen wir die Chromatografie wirklich?
7. Berliner LC-MS/MS Symposium, Berlin,
13.03. – 14.03.2017

Teutenberg, T., Türk, J.
Das Projekt FutureLab NRW: Digitalisiertes Modelllabor für die miniaturisierte instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik der Zukunft
2. IUTA-AnalytikTag, Duisburg,
07.11.2017

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
31.03. – 01.04.2017

Türk, J.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
31.03. – 01.04.2017

Türk, J.
Grundlagen der LC-MS Kopplung – Qualifizierung und Quantifizierung
Klinkner & Partner, Seminar „LC-MS Kopplung“, Potsdam,
11. – 12.10.2017

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
30.06. – 01.07.2017

Türk, J., vom Eyser, C.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar „Sicherheitstraining für Zytostatika“, Hamburg,
27.10. – 28.10.2017

Türk, J., vom Eyser, C.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
25.11. – 26.11.2017

Türk, J.
Praxis: „Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung“
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
25.11. – 26.11.2017

Türk, J.
Praxis: „Aseptische Zubereitungsprozesse von nicht toxischen Parenteralia in Apotheken und Herstellbetrieben“
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
01.12. – 02.12.2017

4.5 IGF-Forschungsberichte

Im Jahr 2017 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.

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17851 N
Quantifizierung kleiner Kohlenstoffdioxidkonzentrationen in feuchten Gasen
Laufzeit: 01.01.2014 – 31.10.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Physikalische Chemie, Flüssigphasen-Laserspektroskopie
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17945 N
Ressourcenschonende Kleinserienproduktion durch Kunststoff-Laser-Sintern – Stabilisierung der Langzeiteigenschaften von laser-gesinterten Bauteilen (LZE-LS)
Laufzeit: 01.11.2013 – 31.12.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE – Fertigungstechnik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Kunststofftechnik

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18002 N
Entwicklung eines integrierten Sensorsystems, das mittels thermischer Messprinzip bei variablen Zusammensetzungen die Gasbeschaffenheit von Brenngasen bestimmt
Laufzeit: 01.01.2014 – 30.09.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
Gaswärme-Institut e.V.

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18100 N
Entwicklung eines Kleingebläses mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme
Laufzeit: 01.03.2014 – 30.09.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Leibniz Universität Hannover, Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18182 N
Realisierung einer Beladungskontrolle von AMC-Filtern durch Entwicklung eines Detektionssystems auf Basis elektrochemisch aktiver Oberflächen – AMC-Control
Laufzeit: 01.05.2014 – 31.12.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie (fem)

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18305 N
Entwicklung eines Kalttests zur leistungstechnischen Klassifizierung von PEM-Brennstoffzellen
Laufzeit: 01.08.2014 – 30.11.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18772 N
Modellierung eines übergreifenden Zielsystems für die Industrialisierung von komplexen Systemen am Beispiel dezentraler, erdgasbetriebener, stationärer Brennstoffzellen
Laufzeit: 01.07.2015 – 31.12.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17917 N
Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen
Laufzeit: 01.01.2014 – 31.05.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Oel-Wärme-Institut gGmbH
Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
Institut für Ökologische Chemie (IOC)

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18292 N
Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)
Laufzeit: 01.08.2014 – 31.07.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18314 N
Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel >= 5 nm
Laufzeit: 01.10.2014 – 30.06.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18433 N
Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung der Motivation und Qualitätsleistung des Produktionspersonals durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen
Laufzeit: 01.10.2015 – 31.03.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18632 BG
Open Darkness – Dark Side of Open Innovation
Laufzeit: 01.02.2015 – 30.04.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government
Universität Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftsrecht
RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18849 N
Entwicklung eines Modells zur Positionsbestimmung und Beurteilung der Energie-, Material- und Personaleffizienz in produzierenden KMU sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz
Laufzeit: 01.09.2015 – 28.02.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18933 N
Modellierung eines Vorgehens zur Bedarfs- und Lückenanalyse zur Produktivitätssteigerung im Rahmen von Industrie 4.0 für KMU
Laufzeit: 01.11.2015 – 30.04.2017
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

… der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ im Jahr 2017

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
17917	N	Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen	OWI, IOC HMGU, IUTA	01.01.2014	31.05.2017
18224	N	Entwicklung eines standardisierten Prüfverfahrens zur Beurteilung des Schadensverhaltens von Membran-Elektroden-Einheiten von PEM Brennstoffzellen unter zyklischer Frost-Tau-Wechselbelastung	ZBT	01.07.2014	31.08.2017
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
18292	N	Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)	NPPT UDE, IUTA	01.08.2014	31.07.2017
18298	N	Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammengestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels in-situ Laserdiagnostik	IUTA, IVG UDE, IVG UDE	01.05.2015	30.04.2018
18314	N	Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel >= 5 nm	IUTA, NPPT UDE	01.10.2014	30.06.2017
18433	N	Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung der Motivation und Qualitätsleistung des Produktionspersonals durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen	BWL TU München, LSO TU München	01.10.2015	31.03.2017
18436	N	Erarbeitung von Handlungsanweisungen zum Design und zur Durchströmung von PEM-Brennstoffzellen für einen effektiven Wasseraustrag	ZBT	01.01.2015	31.03.2018
18437	BG	Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme	ZBT, FhG IKTS, ET UDE	01.01.2015	30.09.2017
18471	N	Entwicklung eines kompakten µDMFC-Moduls mit integrierter Stofftrennung	ZBT, IMVT KIT, Kautschuktechnologie	01.01.2015	31.03.2018
18515	BG	Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen	IUTA, TAC Leipzig	01.12.2014	31.08.2017
18516	N	Evaluierung und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filtermedien und Einrichtungen zur Reinigung der Gasphase für die allgemeine Raumlüftung	NPPT UDE, IUTA	01.12.2014	30.11.2017
18593	N	Entwicklung und Anwendung eines funktionsintegrierten Microactors auf Basis ionischer Polymer-Metallkomposite	ZBT, HSG IMIT	01.01.2017	30.06.2019

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
18632	BG	Open Darkness - Dark Side of Open Innovation	WI Uni P, WiRecht U Paderborn, TIM Rwth Aachen	01.02.2015	30.04.2017
18661	N	Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen	IUTA, TVT UDE	01.08.2016	31.01.2019
18743	BR	Hochselektive Adsorbenzien 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 Kaiserlautern	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
18849	N	Entwicklung eines Modells zur Positionsbestimmung und Beurteilung der Energie-, Material- und Personaleffizienz in produzierenden KMU sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz	BWL TU München	01.09.2015	28.02.2017
18861	N	Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie („Trenn_DEKT⁴“)	IUTA, AAC UDE	01.10.2015	31.03.2018
18933	N	Modellierung eines Vorgehens zur Bedarfs- und Lückenanalyse zur Produktivitätssteigerung im Rahmen von Industrie 4.0 für KMU	BWL TU München	01.11.2015	30.04.2017
18941	N	Schnellstart: Entwicklung eines Verfahrens zum gezielten Vorheizen einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle mit minimalem Energieaufwand	ZBT, LRT-7 Uni München	01.01.2016	30.06.2018
19051	N	Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen	ET UDE, ZBT	01.02.2016	31.07.2018
19073	N	Entwicklung einer Methode zur Planung kostenoptimaler 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-Sulfitbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chemikalieneinsatzes 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	30.09.2018
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 (Kaiser)	01.08.2016	31.01.2019
19144	N	Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes	IUTA	01.01.2017	31.03.2019
19145	N	Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter	IUTA, MVT Uni KL	01.09.2016	31.08.2018

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
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 raumlufttechnischen Anlagen durch kumulative Erfassung von mikrobiellen Luftverunreinigungen mittels ion jelly-Detektor	IUTA, wfk	01.01.2017	31.12.2018
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	31.08.2019
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-Spektrometrie (ESR)	IUTA	01.03.2017	28.02.2019
19526	BG	Entwicklung poröser papiertechnisch hergestellter Titan-Stromverteiler für die PEM-Elektrolyse	ZBT, FhG IFAM, PTS-PTI	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 lasergesinterten 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
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	30.11.2019
19694	N	Gradierte Aktivschichten auf Basis von Graphenoidschaum-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
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
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

Forschungsprojekte anderer Forschungsvereinigungen mit Beteiligung des IUTA im Jahr 2017

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
18560	N	ECO_2 - Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung	FG Kalk, IUTA, icbm	01.01.2015	31.01.2018
19111	N	Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen	IfKU vvl, IUTA	01.04.2016	31.03.2018
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
19095	N	Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM_1, $PM_{2,5}$ und PM_{10}	IVG UDE, IUTA	01.07.2016	31.12.2018
19106	BG	Grundlagen zur Konservierung elektrischer Ladungen in organischen Dünnschichten	DTNW, TITV, IUTA	01.01.2017	31.12.2018
19350	N	Entwicklung eines neuartigen katalytischen Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien	fem, IUTA	01.03.2017	28.02.2019
18199	BG	Entwicklung eines mikrofluidischen SlipChips zur schnellen Analyse komplexer Stoffgemische mittels Online-Anreicherung und zweidimensionaler Nano-Flüssigkeitschromatografie	IUTA, IAC UDE	01.01.2017	31.03.2019
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, Institut für Anorganische Chemie, Lehrstuhl für Anorganische und Materialchemie
AOC Uni P	Universität Potsdam, Institut für Chemie
BWL TU München	Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
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 Kalk	Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
FhG IFAM	Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
FhG IKTS	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS
FhG UMSICHT	Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT
FT Mittweida	Hochschule Mittweida (FH), Fachgruppe Fertigungstechnik
FT UDE	Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE – Fertigungstechnik
GWI	Gaswärme-Institut e.V.
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 e. V.

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
IMS CHIPS	Institut für Mikroelektronik, Stuttgart
IMVT KIT	Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Mikroverfahrenstechnik
INC	Institut für Nichtklassische Chemie e.V., Institut 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-Laser-spektroskopie
IPH Hannover	Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
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 Kaiserlautern	Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
MPI KF	Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI)
MVT Uni KL	Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
MX Uni Saarland	Universität des Saarlandes, Physikalische Chemie
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-PTI	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
TFD Uni Hannover	Leibniz Universität Hannover, Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik
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
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 Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

4.7 Veranstaltungen

Industrie und Umwelt – Quo vadis NRW?

22.03.2017

Welchen Beitrag können Forschung und Wissenschaft leisten, um energieintensive industrielle Produktion und den Erhalt der Umwelt miteinander in Einklang zu bringen? Diese und weitere Fragen wurden am 22. März 2017 unter Beteiligung der NRW-Wissenschaftsministerin Svenja Schulze bei der JRF-Veranstaltung „Industrie und Umwelt – Quo vadis NRW?“ diskutiert.

Abb. 4-1: Veranstaltung am 22. März 2017 in der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste

Der Einladung in die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste waren 160 Personen aus Wissenschaft, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik gefolgt. Fünf Vorträge aus den Johannes-Rau-Forschungsinstituten WI, ILS, DST, ZBT und IUTA bildeten den Rahmen für zwei anschließende Podiumsdiskussionen zu folgenden Themen: langfristige Klimapolitik und die energieintensive Industrie NRWs, nachhaltige Raumentwicklung, Beitrag der Binnenschifffahrt zum Klimaschutz, die zukünftige Rolle elektrochemischer Energiewandler sowie die Frage, wie man mit Umwelttechnik Geld verdient. In den Podiumsdiskussionen kamen zunächst die Wissenschaftler/-innen selbst zu Wort und anschließend die Vertreter aus der Praxis.

Girls'Day 2017 im IUTA

27.04.2017

Am 27.04.2017 besuchten im Rahmen des Girls'Days 13 Mädchen der 8. Klassen der Heinrich-Heine-Gesamtschule aus Duisburg-Rheinhausen das IUTA. Unterteilt in Kleingruppen wurden den Mädchen vier unterschiedliche Arbeitsbereiche und damit verbundene technische Berufsbilder vermittelt. Am Rasterelektronenmikroskop konnten angehende Physikerinnen und Biologinnen Nanopartikel auf Filtern beobachten. Im Themenbereich der Wasseraufbereitung wurde gezeigt, wie Trinkwasser in trockenen Ländern aus Meerwasser erzeugt wird und welche Tätigkeiten die Berufe der Ingenieurin oder der Umwelttechnikerin beinhalten. In einem weiteren Modul konnten die Schülerinnen erleben, dass mit dem manuellen Zerlegen von Alt-Elektrogeräten eine sortenreine Trennung der Materialien möglich ist.

Abb. 4-2: Girls'Day 2017

Beim Zerlegen einer Kaffeemaschine und dem Schweißen eines Schraubenmännchens konnten die Mädchen in die Berufswelt einer Anlagenmechanikerin, Schweißerin oder Metallbauerin eintauchen. Die Berufe der Chemielaborantin und Chemietechnikerin wurden den Schülerinnen beim Erkennen und Sortieren von Kunststoffen näher gebracht. Mit unterschiedlichen Verfahren, wie beispielsweise der Schwimm-Sink-Trennung, gelang es, vermischte Kunststoffteile voneinander zu trennen. Mit der FTIR-Analyse konnten die Mädchen die Kunststoffsorte von Alltagsgegenständen, wie z. B. von den eigenen Handyhüllen, identifizieren.

Brückenschlag zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen im Zentrum für Innovation und Technik

08.05.2017

Wie kommen Forscher und Unternehmer zusammen? Und wie funktioniert der Forschungs- und Wissenstransfer, an dessen Ende erfolgreicher technologischer Fortschritt steht?

Abb. 4-3: Vortragsveranstaltung am 8. Mai 2017 in Mülheim a. d. Ruhr

Antworten auf diese Fragen zu geben war das Ziel einer Vortragsveranstaltung am 8. Mai, zu der die Zenit GmbH (Zentrum für Innovation und Technik in NRW) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in die Bismarckstraße 28 in Mülheim an der Ruhr eingeladen hatten. Die Veranstaltung mit dem Titel „Forschung, die beim Mittelstand ankommt“ richtete sich an Unternehmen aus allen Branchen, gemeinnützige Industrieforschungseinrichtungen und Interessierte aus Wissenschaft und Forschung.

24. Innovationstag Mittelstand des BMWi

18.05.2017

Gerade forschungsintensive Neuentwicklungen haben im internationalen Wettbewerb hohes Umsatzpotenzial. Diese Erkenntnis untermauerte auch der diesjährige Innovationstag Mittelstand des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*, der am 18. Mai 2017 in Berlin stattfand.

Abb. 4-4: 24. Innovationstag Mittelstand (Foto: © FEI/ Daniela Kinkel)

Das alljährliche Technik-Open-Air mit neuen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen unterschiedlichster Technologiebereiche bildet eine Begegnungsplattform für den Dialog zwischen Wissenschaftlern, Unternehmern, Politikern, Journalisten und interessierter Öffentlichkeit, darunter auch Schülern und Studenten. Zu den gezeigten Innovationen gehörten zum Beispiel auch zwei IGF-Projektergebnisse, an denen IUTA als federführende Forschungsvereinigung der AiF bzw. in Kooperation mit dem *Forschungskuratorium Textil* beteiligt war.

2. AnalytikTag im IUTA

07.11.2017

Ziel des vom Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) ausgerichteten AnalytikTages ist es, eine Brücke zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung, anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung sowie der Anwendung im industriellen Umfeld zu schaffen.

Abb. 4-5: 2. IUTA-AnalytikTag

Experten aus Industrie und Wissenschaft berichteten über den Einsatz und die Weiterentwicklung von Nano- und Mikro-LC in Verbindung mit der Massenspektrometrie. Darüber hinaus umfasste das Programm Vorträge zur Entwicklung von chromatografischen Chips, die auch für multidimensionale Trennungen genutzt werden können. Begleitend zum Vortragsprogramm gab es eine Industrieausstellung. Die vertretenen Unternehmen stellten insbesondere aktuelle Entwicklungen aus dem Bereich der Miniaturisierung vor.

9. IUTA-FiltrationsTag

09.11.2017

Am 9. November 2017 fand im IUTA der mittlerweile 9. FiltrationsTag statt, an dem mit insgesamt 150 Teilnehmern aus Industrie und Forschung ein neuer Besucherrekord aufgestellt wurde. Auch in diesem Jahr gab es wieder drei große Themenblöcke. In Block 1 gaben internationale Experten einen Überblick zur neuesten Entwicklung in der Sensortechnik. Block 2 präsentierte wissenschaftliche Ergebnisse zu aktuellen Sensoranwendungen im Bereich der Gas- und Partikelfiltration im IUTA. In Block 3 informierten die IUTA-Mitarbeiter in Fachvorträgen über weitere aktuelle Forschungsthemen des Instituts. Hier ging es um die Themen Energielabeling von Adsorptionsfiltern, Effizienz von Raumluftreinigern gegenüber Formaldehyd, Koaleszenzfilter für die Druckluftaufbereitung und abschließend um das Abscheideverhalten von gealterten Elektretfiltern.

Abb. 4-6: 9. IUTA-FiltrationsTag

Die Gelegenheiten zum Netzwerken, die Besichtigung der umfangreichen Forschungseinrichtungen und der gemeinsame Informationsaustausch konnten auch in diesem Jahr von den Besuchern wieder intensiv genutzt werden. Eine begleitende Industrieausstellung mit 18 Firmen bildete den Rahmen einer Expo-Area, in der sich die Teilnehmer über aktuelle industrielle Entwicklungen in den Bereichen Filtration, Adsorption, Raumluftreinigung und Messtechnik informieren und austauschen konnten. Der zehnte FiltrationsTag wird am 13. November 2018 stattfinden.

NanoFASE Workshop: Umweltkonzentrationen, Exposition und Modellierung der Eigenschaften von luftgetragenen Nanomaterialien

28. und 29.11.2017

Das IUTA als Partner des EU-H2020-Projektes NanoFASE organisierte den Workshop on Airborne ENM: Measurements, Implications and Modelling. Der zweitägige Workshop fokussierte am ersten Tag auf die Freisetzung, Umweltkonzentrationen und Exposition sowie die Modellierung der Eigenschaften von luftgetragenen Nanomaterialien. Am zweiten Tag lag der Fokus auf der Transformation der Nanomaterialien in der bzw. deren Einfluss auf die Atmosphäre. Veranstaltungsort: Center for Nanointegration Duisburg-Essen, Carl-Benz-Straße 199, 47057 Duisburg.

IUTA-Seminar

Im IUTA-Doktorandenseminar präsentieren Nachwuchswissenschaftler und Nachwuchswissenschaftlerinnen 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 sachlich und kritisch mit dem Vortrag, dem Vortragsstil und der Art der Präsentation auseinander. Dadurch erhalten die Doktorandinnen und Doktoranden ein konstruktives Feedback und werden auf Konferenzen und Tagungen vorbereitet. Im Jahr 2017 wurden 10 Vorträge gehalten.

Forschungsbeirat

Im Jahr 2017 fanden zwei Sitzungen des Forschungsbeirats statt, am 7. März und am 5. September. Insgesamt wurden 22 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 54 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft.

IUTA-Veranstaltungskalender 2017

10. Januar	InnoSysTox-Verbund: N3rvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen“, N3RvousSystem – Projekttreffen	Tascon, Münster
2. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18661 N: „Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen“	IUTA, Duisburg
6. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17917 N: „Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen“	OWI, Herzogenrath
16. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19095 N: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM_1, $PM_{2,5}$ und PM_{10}“	IUTA, Duisburg
24. Februar	nanoGRAVUR - nanostrukturierte Materialien – „Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz und Risikominimierung“, Projekttreffen WP2/WP6	MVT, Dresden
7. März	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
21. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19144 N: „Mikrofluidische Charakterisierung miniaturisierter Systeme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie zur Steigerung der Effizienz und des Probendurchsatzes“	IUTA Duisburg
21. März	Industrieausschuss BMBF-Vorhaben „Energieeffiziente CO_2-Abtrennung aus CO_2-H_2O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Amin-Wäsche, Entwicklung einer CO_2-Wasserdampfmembran (TherMem+)“	LIKAT, Rostock
22. März	JRF-Veranstaltung „Industrie und Umwelt – Quo vadis NRW?“	Düsseldorf
23. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19073 N: „Entwicklung einer Methode zur Planung kostenoptimaler Produktionsprogramme unter gezielter Nutzung von Lagerbeständen als Speicher von im Produktionsprozess umgesetzter Energie“	IUTA, Duisburg
31. März	InnoSysTox-Verbund: N3rvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen, N3RvousSystem“ – Konsortialtreffen	IRAS, Utrecht, Niederlande
3. – 5. April	nanoGRAVUR - nanostrukturierte Materialien – „Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz und Risikominimierung“, Konsortialtreffen	NETZ, Duisburg
5. April	Industrieausschuss BMBF-Vorhaben „Kompass – Kontinuierliche Öl- und Metallrückgewinnungs-Prozessanlage für Schlämme und Späne“	Universität Duisburg-Essen
6. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19145 N: „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter“	IUTA, Duisburg
6. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19146 N: „Energielabeling für Adsorptionsfilter: Erarbeitung von Kenngrößen zur Einstufung von Adsorptionsfiltern hinsichtlich Energieverbrauch und Abscheideleistung“	IUTA, Duisburg
25. April	1. Netzwerktreffen JRF	JRF, Düsseldorf
27. April	Girls Day	IUTA, Duisburg
3. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18560 N: „ECO_2 – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens – Praxisoptimierung und ökologische Bewertung“	Uniper Kraftwerk, Wilhelmshaven
5. Mai	Veranstaltung „Forschung, die beim Mittelstand ankommt“	Mülheim an der Ruhr
9. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17917 N: „Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen“	IUTA, Duisburg
11. Mai	Netzwerktreffen SmartLAB	IUTA, Duisburg
15. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19402 N: „Entwicklung von nachweisstarken Verfahren zur Bestimmung von Asbest in flächigen Baustoffen“	IUTA, Duisburg
18. Mai	24. Innovationstag Mittelstand des BMWi	Berlin
18. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19350 N: „Entwicklung eines neuartigen katalytisch aktiven Wärmeübertragers zur Totaloxidation von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in Abluftströmen, insbesondere für Gießereien“	fem, Schwäbisch Gmünd
23. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18298 N: „Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammengestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels In-situ-Laserdiagnostik“	IUTA, Duisburg

1. Juni	10. AiF-Brennstoffzellen-Allianz	ZBT, Duisburg
6. Juni	AiF Geschäftsführerkreis-Sitzung	IUTA, Duisburg
8. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18292 N: „Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)“	IUTA, Duisburg
8. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18314 N: „Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel >= 5 nm“	IUTA, Duisburg
22. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19108 BG „Entwicklung eines Ultraschallsensors und Erarbeitung von Simulationsmodellen zur Untersuchung von hochbeladenen Mehrphasenströmungen am Beispiel von magnetohydraulischen Zink-Slurry-Batterien“	TU Dresden
7. Juli	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung des IUTA e.V.	IUTA, Duisburg
5. September	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
25. September	Projekttreffen IGF-Cornet-Vorhaben 202 EN: „Assessment of Advanced Photocatalytic Oxidation process for Micropollutant Elimination in Municipal and Industrial Waste Water Treatment Plants“	Celabor, Herve, Belgien
26. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19095 N:: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM_1, $PM_{2,5}$ und PM_{10}“	IUTA, Duisburg
26. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18516 N: „Evaluation und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filter für die allgemeine Raumlüftung zur Fortschreibung der DIN EN ISO 10121“	IUTA, Duisburg
10. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18233 BG: „Entwicklung eines strömungsoptimierten HT-PEM-Brennstoffzellenstapels mithilfe eines neuartigen hochauflösenden Strömungssensors und effizienter Simulationsverfahren“	ZBT, Duisburg
10. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 22 EWBG: „Entwicklung von Membran-Elektroden-Einheiten für die alkalische Elektrolyse auf Basis ionenleitender poröser Keramikmembranen Ionceram“	ZBT, Duisburg
11. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17738 N: „Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical-Looping-Verbrennung unter Verwendung nanoskaliger O^2-Carrier“	IUTA, Duisburg.
12. – 13. Oktober	nanoGRAVUR - nanostrukturierte Materialien – „Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz und Risikominimierung“, Konsortialtreffen	UFZ, Leipzig
13. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19147 N: „Entwicklung eines Monitoringsystems zur kontinuierlichen Überwachung der Hygiene von raumlufttechnischen Anlagen durch kumulative Erfassung von mikrobiellen Luftverunreinigungen mittels ion jelly-Detektor“	IUTA, Duisburg
17. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 15 EWN: „Entwicklung von Lithium-Schwefel-Batterien auf Basis polymerummantelter Li_2S-Kathodenmaterialien und innovativer Silizium Anoden“	ZBT, Duisburg
19. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben: 18307 N: „Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung von deren Beständigkeit durch Oberflächenmodifikation“	IUTA, Duisburg
6. November	InnoSysTox-Verbund: N3RvousSystem – „Eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen, N3RvousSystem“ – Konsortialtreffen	IUF, Düsseldorf
7. November	Status-Seminar InnoSysTox	Günnewig Hotel Esplanade, Düsseldorf
7. November	2. AnalytikTag	IUTA, Duisburg
8. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18661 N: „Entwicklung eines kompakten Adsorbers mit integrierter Durchbruchswarnung zur Abscheidung von Quecksilber aus kleinen diskontinuierlich anfallenden Abluftströmen“	IUTA, Duisburg
8. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19650 BG: „Modifikation und Prozessparameter zur Optimierung von NT-SCR-Katalysatoren hinsichtlich Stabilität, Deaktivierung und Wirtschaftlichkeit“	IUTA, Duisburg
8. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19106 BG: „Grundlagen zur Konservierung elektrischer Ladungen in organischen Dünnschichten“	IUTA, Duisburg
9. November	9. FiltrationsTag	IUTA, Duisburg
9. November	Besuch einer türkischen Delegation	IUTA, Duisburg
10. November	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung des IUTA e.V. und FVEU e.V.	IUTA, Duisburg
14. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18560 N: „ECO_2 – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens – Praxisoptimierung und ökologische Bewertung“	FG Kalk und Mörtel, Köln

23. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19678 N: „Adsorption von Perfluorierten Tensiden (PFT) an textilen Filtermedien“	DTNW, Krefeld
26. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18516 N: „Evaluation und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filter für die allgemeine Raumlüftung zur Fortschreibung der DIN EN ISO 10121“	IUTA, Duisburg
26. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben: 19095 N: „Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM_1, $PM_{2,5}$ und PM_{10}“	IUTA, Duisburg
27. November	Industrieausschuss BMBF-Vorhaben „Energieeffiziente CO_2-Abtrennung aus CO_2-H_2O-Systemen auf einem erhöhten Temperaturniveau am Beispiel der Amin-Wäsche, Entwicklung einer CO_2-Wasserdampf-Membran (TherMem+)“	IBZ, Berlin
28. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18437 BG: „Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme“	ZBT, Duisburg
28 – 29. November	NanoFASE Workshop: „Umweltkonzentrationen, Exposition und Modellierung der Eigenschaften von luftgetragenen Nanomaterialien“	CENIDE, Duisburg
29. November	FNN – Future Nano Needs, Final Consortium Meeting	Crowne PlazaBrüssel, Belgien
5. Dezember	1. Sitzung des Wissenschaftlichen Kuratoriums	IUTA, Duisburg
21. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19111 N: „Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen“	IfKU e.V., Dortmund

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen

Vorstandsvorsitzender Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender ProcessNet-Fachausschuss "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 Kühlgeräterecyclinganlagen – 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
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-Fachausschuss „Partikelmesstechnik“
Chairman der EU-US Community of Resarch „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)
Ko-Organisator der Fachkonferenz „8th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health (nanOEH)“ in Helsingör, Dänemark
Program Committee Member der European Aerosol Conference 2017, Zürich, Schweiz
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-Forschungsstiftung der DECHEMA
Gutachter für die Canada Foundation for Innovation
Gutachter für die Alexander-von-Humboldt-Stiftung
Gutachter für die Cyclons Research Promotion Foundation

Dipl.-Ing. F. Blauth

Mitglied im Arbeitskreis Mikroschadstoffe der DGMT

M.Sc. L. Gehrmann

DIN Arbeitskreis NA 119-01-03-05-09 „Hormonelle 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, $PM_{0,5}$, PM_{10})

Dipl.-Ing. A. Hugo

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN VDI 4285 Bl. 3 „Emissionsbestimmung bei diffusen Quellen“
Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN VDI 3782 Blatt 5 „Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter“

M.Sc. S. Janssen

Mitglied im Richtlinienausschuss VDI 2343 „Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“

Dr. rer. nat. A. John

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN „PM_{10} und $PM_{2,5}$ in strömenden Gasen”
Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN „Messen von Partikeln in der Außenluft”
Member of the European Committee for Standardization (CEN) CENT/TC264/WG 35

Dr. rer. nat. T. Kiffmeyer

VDI Fachausschuss „Nachhaltigkeit im Bau und Betrieb von Krankenhäusern (VDI 5800)“
DIN 12980: Laboreinrichtungen – Sicherheitswerkbänke und Isolatoren für Zytostatika und sonstige CMR-Arzneimittel

Dr.-Ing. W. Mölter-Siemens

Regelmäßiger Teilnehmer im Normenausschuss ISO/TC 118/SC4/WG1 “Measurement of contaminants in compressed air and performance testing of compressed air equipment“

Dr. rer. nat. S. Peil

ProcessNet-Arbeitsausschuss Thermische Energiespeicherung

Dr. rer. nat. U. Quass

Berufenes Mitglied im Richtlinienausschuss der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN „Messen von Partikeln in der Außenluft CEN/TC 264/WG44 „Quellenzuordnung”

Dr. rer. nat. S. Schumacher

Nationaler Experte im Normenausschuss IEC TC 59 PT 63086 „Method for measuring performance of household and similar electrical air cleaners“

Dr. rer. nat. J. Türk

DIN Arbeitskreis NA 119-01-03-05-09 „Hormonelle Wirkungen (Xenohormone)“
DIN Arbeitskreis NA 119-01-03-02-16 „LC-MS/MS Verfahren“
DWA-Arbeitsgruppe IG-2.33 „Abwasser aus Laboreinrichtungen“
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

Stellvertreter

MR a. D. Holger Ellerbrock,
Duisburg

Prof. Dr.- Ing. Bernd Neukirchen,
München

Berufene Mitglieder

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

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

Niederrheinische Industrie- und Handelskammer 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

MR a. D. Holger Ellerbrock,
Duisburg

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

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer,
Oberhausen

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

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen,
München

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

Raik Schönfeld, Blücher GmbH, Erkrath

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

Karl Schultheis,
Mitglied des Landtags NRW

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

Petra Vogt,
Mitglied des Landtags NRW

4.10 Mitglieder des IUTA e.V.

Juristische Mitglieder:

AAF Lufttechnik GmbH, Bensheim

Axel Semrau GmbH & Co. KG, Sprockhövel

Befesa Zinc Duisburg GmbH, Duisburg

Berner International GmbH, Elmshorn

Blücher GmbH, Erkrath

Boll & Kirch Filterbau GmbH, Kerpen

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V., Quakenbrück

Deutsches Reinraum-Institut e. V., Berlin

DK Recycling und Roheisen GmbH, Duisburg

Donaldson Filtration Deutschland GmbH, Haan

EGK Entsorgungsgesellschaft Krefeld GmbH & Co. KG

Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten

EMW Filtertechnik GmbH, Dietz

Evonik Degussa GmbH, Marl

FST GmbH, Essen

Green Chiller Verband für Sorptionskälte e. V., Berlin

Hengst SE, Münster

Hochschule Niederrhein, Krefeld

Hollingsworth & Vose GmbH, Hatzfeld/Eder

Idealfilter GmbH, Wuppertal

K + K Wissen GmbH & Co. KG, Köln

Kreis Weseler Abfallgesellschaft mbH & Co. KG, Kamp-Lintfort

Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

more-Cat GbR, Kamp-Lintfort

National-Bank AG, Duisburg

Palas® GmbH, Partikel- und Lasermesstechnik, Karlsruhe

Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Essen

QVKE e. V., Grevenbroich

Waters GmbH – UB TA Instruments, Bochum

Stadt Duisburg

Stadtwerke Duisburg AG, Duisburg

Technische Universität Kaiserslautern

Topas GmbH, Dresden

TSI GmbH, Aachen

Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn

Universität Duisburg Essen

Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg

Zentrum für Umwelt und Energie der Handwerkskammer Düsseldorf, Oberhausen

Persönliche Mitglieder:

Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen, Duisburg

Prof. Dr.-Ing. Gerd Brosig, Erkrath

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike, Grefrath

Dr. Stefan Dietzfelbinger, Niederrheinische Industrie- und Handelskammer Duisburg

Prof. Dr. Walter Eberhard (Ehrenmitglied), Krefeld

Prof. Dr.-Ing. Heinz Fissan (Ehrenmitglied), Kerken

Prof. Dr.-Ing. Rolf Gimbel, Mülheim a. d. Ruhr

Dr.-Ing. Stefan Haep, Dinslaken

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer (Ehrenmitglied), Oberhausen

Dipl.-Ing. Udo Kraft, Twistringen

Alt-OB Josef Krings (Ehrenmitglied), Duisburg

Dr.-Ing. Thomas Leclaire, München

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen, München

Hermann Obeloer, COB Consulting, Mülheim

Prof. Dr.-Ing. Helmut Sanfleber (Ehrenmitglied), Aachen

Dipl.-Ing. Heinz Peter Schacky, Duisburg

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann, Duisburg

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

Prof. Dr.-Ing. Dieter Schramm, Stuttgart

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dirk Sievert, Aachen

Dr. Walter Steudle, Schlaitdorf

Dipl.-Ing. Hans Karl von Unger, Duisburg

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Prosselsheim

Dr.-Ing. Maximilian Weiß, Karlsruhe

Prof. Dr. Günter Zimmer, Duisburg

Mitglieder im Bereich *Industrielle Gemeinschaftsforschung:*

AAV – Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung, Hattingen

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V., Bonn

Bundesvereinigung Deutscher Stahl-, Recycling- und Entsorgungsunternehmen e. V., Düsseldorf

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V., Berlin

Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e. V., Quakenbrück

Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld

Prof. Dr.-Ing. Hans Fahlenkamp, Neuss

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

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, Oberhausen

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbh

IPRI – International Performance Research Institut gGmbH, Stuttgart

Kreis Weseler Abfallgesellschaft mbH & Co. KG, Kamp-Lintfort

K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen

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

Dipl.-Ing. Gerald Menzler, VIK Energieberatung GmbH, Essen

Netzwerk ZENIT e. V., Mülheim an der Ruhr

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen, München

Oel-Wärme-Institut GmbH, Herzogenrath

Palas® GmbH, Karlsruhe

Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Essen

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 und Electronic Governments

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

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt

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

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

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg

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

Dr. Roland Arnz, Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung, Hattingen

Thomas Badenhop, Vaillant GmbH, Remscheid

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

Dr. Wolfgang Berger, Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e. V.

Dipl.-Ing. Peter Bollig, Kreis Weseler Abfallgesellschaft, Kamp-Lintfort

Dr. Willi Braunschädel, STEAG Energy Services GmbH, Essen

Prof. Dr.-Ing. Görge Deerberg, Fraunhofer-Institut UMSICHT, Oberhausen

Dr. Renate Freudenberger, Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch-Gmünd

Prof. Dr. Roger Gläser, Institut für Technische Chemie, Universität Leipzig

Dipl.-Ing. Andreas Gutschek, Stadtwerke Duisburg AG, Duisburg

Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky, Hochschule Konstanz

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

Dipl.-Ing. Ralf Heidenreich, Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden

Dr. Peter Heinrich, Moers

Prof. Dr. rer. nat. Angelika Heinzel, Zentrum für BrennstoffzellenTechnik gGmbH, Duisburg

Dr. Bernd Heiting, Heiting Consulting UG, Krefeld

Dipl.-Ing. Thomas Hinrichs, Berner International GmbH, Elmshorn

Dr. Klaus Hintzer, Dyneon GmbH

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, Oberhausen

Dr. Jan Hunger, Walter Hunger GmbH & Co. KG, Lohr am Main

Stefan Kämper, Blücher GmbH, Erkrath

Dr. Martin Klein, Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

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

Dr.-Ing. Ulrich Lohmann, Currenta GmbH & Co. OHG, Krefeld

Dipl.-Ing. Gerald Menzler, VIK Energieberatung GmbH, Essen

Dr. Gerd Mützenich, Grevenbroich

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen, Essen

Dipl.-Ing. Michael Nolden, ZENIT GmbH, Mülheim an der Ruhr

Prof. Dr.-Ing. Stefan Panglisch, Universität Duisburg-Essen, Duisburg

Dr. Martina Peters, Bayer Technology Services GmbH, Leverkusen

Dr.-Ing. Hans Roth, Duisburg

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

Dipl.-Ing. Manfred Sauer-Kunze, FläktGroup Deutschland GmbH, Herne

Dr. Elke Schmalz, TWE Vliesstoffwerke GmbH & Co. KG, Emsdetten

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

Prof. Dr. C. Torsten Schmidt, Universität Duisburg-Essen, Essen

Prof. Wolfgang N. Schmidt, Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim

Dipl.-Ing. Georg Schürmann, Coesfeld

Prof. Dr. rer. pol. Helmut Schulte Herbrüggen, Fachhochschule Köln

Dr. Bernd Schultheis, K-UTEC Salt Technologies, Sondershausen

Prof. Dr. rer. nat. Christof Schulz, Universität Duisburg-Essen, Duisburg

Hans-Michael Schuster, Donaldson Filtration Deutschland GmbH, Haan

Dr. Michael Schwake, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück

Prof. Dr. Mischa Seiter, IPRI gGmbH, Stuttgart

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dirk Sievert, Aachen

Dr.-Ing. Dirk Sunderer, Gebr. Lödige Maschinenbau GmbH, Paderborn

Prof. Dr.-Ing. Mathias Ulbricht, Universität Duisburg-Essen, Essen

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt

Dr.-Ing. Michael Weber, EnergieAgentur.NRW GmbH, Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner, Fraunhofer-Institut UMSICHT, Oberhausen

Dr.-Ing. Maximilian Weiß, Palas GmbH, Karlsruhe

Prof. Dr. Isabell Welpe, Technische Universität München

Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Horst Wildemann, TU München

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt, Universität Duisburg-Essen, Duisburg

Ständige Gäste

MR'in Christiane Fricke, Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW, Düsseldorf

MinR Klaus Sachs, Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW, Düsseldorf

Dr. Andreas Wecker, VGB PowerTech e. V., Essen

4.12 Mitglieder des Fördervereins des IUTA e.V.

Vorsitzender

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

Stellvertreter

Dr. Bertram Böhringer, Blücher GmbH, Erkrath

Geschäftsführer

Dr.-Ing. Stefan Haep, IUTA, Duisburg

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann, IUTA, Duisburg

Persönliche Mitglieder

Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen, Duisburg

Prof. Dr.-Ing. Gerd Brosig, Erkrath

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Deike, Grefrath

Dr.-Ing. Stefan Haep, Dinslaken

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, Oberhausen

Dr.-Ing. Thomas Leclaire, München

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen, München

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann, Duisburg

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

Prof. Dr.-Ing. Dieter Schramm, Stuttgart

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dirk Sievert, Aachen

Dr. Walter Steudle, Schlaitdorf

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Prosselsheim

Dr.-Ing. Maximilian Weiß, Karlsruhe

Juristische Mitglieder

AAF Lufttechnik GmbH, Bensheim

Axel Semrau GmbH & Co. KG, Sprockhövel

BEFESA Zinc Duisburg GmbH, Duisburg

Berner International GmbH, Elmshorn

Blücher GmbH, Erkrath

Boll & Kirch Filterbau GmbH, Kerpen

Donaldson Filtration Deutschland GmbH, Herne

DK Recycling und Roheisen GmbH, Duisburg

EGK Entsorgungsgesellschaft, Krefeld

Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten

EMW Filtertechnik GmbH, Dietz

Evonik Degussa GmbH, Marl

FST GmbH, Essen

Hengst SE, Münster

Idealfilter GmbH, Wuppertal

K + K Wissen GmbH & Co. KG, Köln

Kreis Weseler Abfallgesellschaft mbH & Co. KG, Kamp-Lintfort

Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

Palas® GmbH, Partikel- und Lasermesstechnik, Karlsruhe

Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Essen

Waters GmbH – UB TA Instruments, Bochum

Stadt Duisburg

Technische Universität Kaiserslautern

Topas GmbH, Dresden

Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn

TSI GmbH, Aachen

Universität Duisburg-Essen

Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg

4.13 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. Welpe,
Technische Universität München

4.14 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments

Bereich: **Luftreinhaltung & Aerosole**
Department: **Air Quality & Aerosols**
Bereichsleitung/head of unit: Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de

Gasreinigung nach verfahrenstechnischen Prozessen

Aerosolbildung und Abscheidung in der Abgasreinigung,
Quecksilberabscheidung aus Abgasen,
Vermessung von Wäschereinbauten im Technikumsmaßstab, z. B. Tropfenabscheider;
Komponentenoptimierung, z. B. Nasselektrofilter, 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 (-105)
kloefer@iuta.de

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

M.Sc. Katharina Todt (-257)
todt@iuta.de

Stoffstromaufbereitung durch Adsorptionsprozesse

Adsorptive Aufbereitung flüssiger und gasförmiger Prozessmedien, Abreinigung toxischer Stoffe (z. B. Quecksilber) und produktschädigender Verunreinigungen (z B. organische Komponenten)
Anwendungsspezifische Ermittlung und Charakterisierung von Adsorbenzien

Mass flow treatment by adsorption

Separation processes for solutants from liquid and gaseous process streams by adsorption, removal of toxic substances (e. g. mercury) 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 (-105)
kloefer@iuta.de

Sonderentwicklungen zur Luftreinhaltung

Einsatz modifizierter Lichtwellenleiter zur oberflächennahen Beleuchtung TiO_2-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 TiO_2-coating for the development of photocatalytically active filters.
Application of ionisers to increase performance of electret filters

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Siegfried Opiolka (-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)

Modelling 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, modelling particle separation in poros structures/filter

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 modelling

Chemical process modelling 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

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

Development of Sensor Systems

New sensor systems based on ultrasonic transducers and thermopile sensor arrays for air flow measurements in low turbulence fluid flows, e.g. energy-efficient operation of safety cabinets, or tracking human motion in flow sensitive environments.
Method for the detection of tracer particles, e. g. fluorescent particle counter

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

Ausbreitungsrechnungen

Immissionsprognosen nach TA Luft, Emissions-Immissionsbeziehung, Deposition, Quellstärkenbestimmung: industrielle Anlagen, Verkehrsemissionen, Inverse Ausbreitungsrechnung, diffuse Emissionen, Bioaerosole
Einsatz numerischer Modelle: AUSTAL2000, MISKAM©, FDM, CFD, Gutachtenerstellung

Dispersion modeling

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Rationelle Energienutzung

Energiekonzepte und Betriebsuntersuchungen, Energiewirtschaftliche Bewertung von Optimierungsmaßnahmen, Beurteilung der Energie- und CO_2-Effizienz von Anlagen,
Entwicklung von Benchmarkinginstrumenten zur Beurteilung der Energie- und Emissionseffizienz von energieintensiven Produktionsprozessen

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Optimierung von CCS

Optimierung der Effizienz und Effektivität der CO_2-Gaswäsche durch alternative Kolonneneinbauten,
Optimierung der Waschmittelaufbereitung, innovative Konzepte zur CO_2-Abtrennung im Kraftwerksprozess,
Rauchgaskonditionierung,
Prozesskontrolle und -analytik

Optimization of CCS

Optimization of efficiency and effectiveness of CO_2 gas scrubbing by alternative packings,
optimization of bleed stream recycling, innovative concepts of CO_2 capture in power plants,
flue gas conditioning,
process control and analysis

Ansprechpartner/Contact person:

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

Luftqualität Emissionen und Immissionen

Sonderemissions- und Immissionsmessungen,
Diffuse Emissionen aus industriellen Prozessen,
Bioaerosolmessung
Maßnahmenplanung und -evaluierung,
Abhängig von der Aufgabenstellung kann hierfür auf im IUTA vorhandene spezielle Mess- und Analyseverfahren zurückgegriffen werden

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:

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

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

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

Bereich: **Luftreinhaltung & Filtration**
Department: **Air Quality & Filtration**
Bereichsleitung/head of unit: Dr.-Ing. Christof Asbach (-409), asbach@iuta.de

Kfz-Innenraum Filterprüfung DIN 71460, Teil 1: Partikelfiltration, Bestimmung von Fraktionsabscheidegraden und Differenzdruck, Standzeitprüfung, Pollenabscheidung, z. B. für Kfz-Innenraumfilter, DIN 71460, Teil 2: Gasfiltration, Prüfung von adsorptiven Filtermedien, z. B. für Kfz-Innenraumfilter, Prüfung von unkonfektionierten Filtermedien, konfektionierten Filtern, Schüttungen, Prüfung bei Temperaturen bis 100 °C oder relativen Luftfeuchten bis ca. 100 %	**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 %	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404) daeuber@iuta.de David Habryka (-408) habryka@iuta.de
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	**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	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr.-Ing. Wolfgang Mölter-Siemens (-400), moelter@iuta.de Anna Caspari (-401) Caspari@iuta.de Dr. Matthias Wittmar (-424) wittmar@iuta.de
Filtertests für die allgemeine Raumlufttechnik DIN EN 779: Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik (Bestimmung der Filtrationseigenschaften), Bestimmung des Abscheidegrades bei hohen Feuchten, Messung der Partikelabscheidung aus Dieselabgasaerosolen	**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	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405) lindermann@iuta.de Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404) daeuber@iuta.de
Test von Geruchsfiltern (Olfaktometrie) Dieselabgastest (Geruchsminderung durch Filtersysteme), Standardverfahren zur Geruchsabscheidung an Dünnschichtfiltern, Simultanmessung zur Geruchs- und Partikelabscheidung von Dieselabgasaerosolen Geruchsmessung nach VDA 270 und DIN EN 13725, Geruchsanalytik (GC-MS-Sniffing, Chemometrie), Methodenentwicklung sensorische Geruchserkennung, olfaktometrische Bewertung von Filtersystemen, Methodenentwicklung für die olfaktometrische Materialbewertung, Immissionsprognosen zur Geruchsausbreitung (AUSTAL2000G), Forschungsarbeiten und Gutachten	**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 modelling for odour with AUSTAL2000G, applied research and expertises	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de
Maßgeschneiderte Filterprüfung Tests neuartiger Filter bzw. bestehender Filter unter Bedingungen, die über die o. g. Normen hinausgehen	**Tailored Filter Tests** Tests of novel or existing filters under conditions beyond those defined in the forementioned standards	**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	**Testing of air conditioning/ filtration facilities**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Partikelabscheidung, z. B. durch Zyklone, Koaleszer, Staubsauger; Dieselruß-Abscheidung; Entwicklung von Prüfmethoden zur Beurteilung von technischen Systemen/Anlagen	Determination of particle separation in e. g. cyclones, coalescers, air cleaners or vacuum cleaners, development of testing methods for evaluation of equipment	Dr.-Ing. Wolfgang Mölter-Siemens (-400), moelter@iuta.de Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405) lindermann@iuta.de
Adsorptive Gasreinigung	**Adsorptive gas separation**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchungen zum Adsorptionsgleichgewicht und zur Adsorptionskinetik mit der Strömungsmethode, Aufnahme von Durchbruchskurven, zyklische Ad- und Desorptionsprozesse, Mehrkomponentenadsorption	Adsorption equilibrium and kinetics by fixed bed method, determination of breakthrough curves, cyclic ad- and desorption processes, multicomponent adsorption	Dr.-Ing. Uta Sager (-402) sager@iuta.de
Entfernung von hochtoxischen Komponenten aus Gasen	Removal of toxic components from gas flows	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de
Bewertung von Raumluftreinigern	**Evaluation of Indoor Air Purifiers**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Effizienz von Raumluftreinigern gemäß verschiedener internationaler Normen, z. B. DIN 44973-100, GB/T 18801-2008 oder GB/T 18801-2015 (China), Bestimmung der Clean Air Delivery Rate (CADR) für Partikel und Gase, Bestimmung der Effizienz von Raumluftreinigerfiltern für Nanopartikel ≤ 20 nm, Definierte Alterung von Raumluftreinigerfiltern mit Zigarettenrauch	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	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407) schumacher@iuta.de
Aerosolerzeugung und Aerosolmesstechnik	**Aerosols**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Generierung und Charakterisierung von Aerosolen, elektrostatische Aufladung und Neutralisation von Partikeln, bipolare Aufl ader, Vermessung von Ladungsverteilungen und Einzelpartikelladungen, Konzeptionierung von Ionenaufladern/Koronaentladung, Messung von Anzahlgrößenverteilungen vom unteren Nano- bis in den Mikrometerbereich, Oberflächenmessung, Bestimmung der Massenkonzentrationen	Generation and characterisation of aerosols, electrostatic charging/neutralisation of particles, bipolar chargers, measurement of charge distributions and of single particle charge, development of ion charger/Corona discharge Measurement of particle number size distributions from the lower nano- to the micrometer size range, Measurement of surface area and mass concentration	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	**Modeling**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Partikeldynamik und -deposition in Koaleszenzfiltern, dynamische Adsorptionsprozesse in Festbetten	Particle dynamics and deposition in coalescence filters, dynamic adsorption processes in fixed beds	Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407), schumacher@iuta.de
Gasanalytik	**Analysis of gases**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Bestimmung gasförmiger Substanzen im unteren ppb-Bereich mittels Online-Massenspektrometer PTR-MS	Determination of gaseous components in the lower ppb-range via online mass spectrometry PTR-MS	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de
Nanofiltration	**Nanofiltration**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Abscheidung nanoskaliger Partikel (> 3 nm) an verschiedensten Filtern	Determination of the collection efficiency for nanoscale particles (> 3 nm) for a large variety of filters	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	**Sustainable nanotechnology** Measurement of emissions and imissions, 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	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr.-Ing. Christof Asbach (-409) asbach@iuta.de Dr. rer. nat. Carmen Nickel (-209) nickel@iuta.de
Arbeitsplatzexposition und -sicherheit: Fokus Partikel Bestimmung luftgetragener Nanopartikelkonzentrationen, personenbezogene Messungen, Partikeloberflächenkonzentrationen, Expositionsbeurteilungen, Hygroskopizitätsuntersuchungen	**Workplace exposures and safety: focus on particles** Measurement of airborne Nanoparticle concentrations, personal measurement; particle surface area concentrations, exposure assessment, hygroscopicity study	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr.-Ing. Christof Asbach (-409) asbach@iuta.de Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188) todea@iuta.de
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	**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	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr. rer. nat. Carmen Nickel (-209) nickel@iuta.de
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	**Measurement of number concentrations in industrial waste gases** Online measuremants of particle properties including number concentration and siz 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	**Ansprechpartner/Contact person:** Oliver Hesse (-275) hesse@iuta.de
Immissionsmessungen Messungen von Immissionsbelastungen in der Außenluft, PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, organische und anorganische Gase (BTXE, NO_x, CO, Ozon), Analytik für spezielle relevante Tracer, z. B. Schwermetalle, Silizium, EC/OC, NCBA	**Measurement of airborne pollutants** Measurements of outdoor pollutants, determination of PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, 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

Bereich: **Umwelthygiene & Spurenstoffe**

Department: **Environmental Hygiene & Micropollutants**

Bereichsleitung/head of unit: Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179), tuerk@iuta.de

Abwassertechnik Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung, Erweiterte Oxidationsverfahren (AOP): UV-Oxidation, Fenton und Ozonisierung, Eliminierung von Spurenstoffen	**Waste water technologies** Urban and industrial waste water treatment, advanced oxidation processes (AOP): UV oxidation, fenton and ozone, removal of micropollutants	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179) tuerk@iuta.de M.Sc. Andrea Börgers (-157) boergers@iuta.de
Arzneimittel und Spurenstoffe in der Umwelt Identifizierung und Quantifizierung von organischen Spurenstoffen wie Arzneimittel und Haushaltschemikalien (PPCPs), Industriechemikalien, endokrin wirksamen Chemikalien (EDCs), persistenten organischen Verunreinigungen (POPs), Metaboliten, Transformations- und Oxidationsnebenprodukten mittels instrumenteller Analytik (GC-MS und LC-MS). Wirkungsbezogene Analytik mit biologischen Testverfahren zur Bestimmung von Östrogenität, Androgenität, Toxizität und mikrobiologischer Hemmung.	**Pharmaceuticals and mircopollutants in the environment** Identification and quantification of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), industrial chemicals, endocrine disrupting chemicals (EDCs), persistent organic pollutants (POPs), metabolites, transformation and oxidation by-products using instrumental analysis (GC-MS and LC-MS). Effect-based analysis for the determination of estrogen, androgen, toxic and inhibition effects by use of micro-bio-logical test methods	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr. rer. nat. Linda Gehrmann (-215) gehrmann@iuta.de M.Sc. Andrea Börgers (-157) boergers@iuta.de Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179) tuerk@iuta.de
Untersuchungen zum Eintrag, Vorkommen und Verhalten von Spurenstoffen in der Umwelt (Luft, Boden, Gülle, Schlamm, Wasser etc.)	Occurrence and fate of micropollutants in the environment (air, liquid manure, sludge, soil, water etc.)	
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 etc.	**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 exposition, testing and further development of protective equipment and clothing, assessment and optimisation of cleaning and decontamination procedures, development of guidelines, instructions and safety concepts	**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 standardised methods for control and optimising of the efficiency of photo-catalytic active materials, Investigation of the sustainability of photocatalytic active materials, chemical and microbial analysis of photocatalytic activity	**Ansprechpartner/Contact person:** Martin Klaßen, M.Sc. (-296) klassen@iuta.de

PharmaMonitor
Analysis-Cleaning

Analytik von CMR-Stoffen nach GefStoffV, Zytostatika, Antibiotika, Immunsuppressiva, Hormone etc., Umgebungs- und Biomonitoring für Apotheken, Ambulanzen und Pflegebereich, Kliniken, Pharmaindustrie, Einzelstoffanalytik, Mutimethoden (z. B. MEWIP- und MASHA-Studie), Platin-Speziesanalytik, Reinigungsvalidierung, Dekontamination, Außenkontaminationen

PharmaMonitor
Analysis-Cleaning

Analysis of cmr-compounds according the German GefStoffV, cytostatic drugs, 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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Christiane Balden, (-190)
analysis@pharma-monitor.de

E-Liquid-Analytik

Screeninguntersuchung von Flüssigkeiten für elektronische Zigaretten mittels GC-FID-MS, Nikotinbestimmung, Chargenhomogenität, Beprobung und Analyse des Dampfes (Emissionsmessungen), Bestimmung von Aldehyden in Dampf- und Flüssigphase

Screening analysis of liquids for electronic 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 aldehydes in vapor and in the liquid

Ansprechpartner/Contact person:

Fabian Itzel, M.Sc. (-215)
itzel@iuta.de

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

Tagungen, Fortbildungen

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

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:

Heike Glaser (-414)
glaser@iuta.de

Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179)
training@pharma-monitor.de

Bereich: Gasprozesstechnik & Energiewandlung
Department: Gas Process Technology & Energy Conversion

Bereichsleitung/head of unit: 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 von Waschverfahren zur CO_2-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, CO_2-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

Biomasse und energetische Verwertung

Ofenkatalysator für Kleinfeuerungsanlagen, Biomassevergasung, Vergasertechnologie, Biogasreinigung

Biomass and energy recovery

Catalytic converter for domestic fire places, biomass gasification,
gasifier technologies,
biogas cleaning systems

Ansprechpartner/Contact person:

Dr.-Ing. Egon Erich (-268)
erich@iuta.de

Dipl.-Chem., Dipl.-Ing. FH Frank Grüning (-213), gruening@iuta.de

Absorptionskälte Nutzung von Abwärme zur Bereitstellung von Nutzkälte: Entwicklung eines Systems aus HT-PEM-Brennstoffzelle und Absorptionskälteanlage in einem Demonstrationscontainer zur Bereitstellung von Strom, Wärme und Kälte	**Absorption Chiller** Utilization of waste heat for the supply of cooling energy: Development of a system interconnection between HT-PEM-fuel cell and absorption refrigeration for the supply of electric energy, heating energy and cooling energy	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222) peil@iuta.de
Wasserstoffspeicher Entwicklung von Wasserstoffspeichern auf Metallhydrid-Basis mit integriertem Wärmeübertrager zur thermischen Kopplung mit Brennstoffzellen	**Hydrogen storage** Development of hydrogen storage tanks based on metal hydride with integrated heat exchanger for thermal coupling to fuel cells	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Robert Urbanczyk (-224) urbanczyk@iuta.de Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222) peil@iuta.de
Wärmespeicher Entwicklung von chemischen Wärmespeichern auf Metallhydrid-Basis	**Heat storage** Development of chemical heat storage tanks based on metal hydrid	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Robert Urbanczyk (-224) urbanczyk@iuta.de Dr. rer. nat. Stefan Peil (-222) peil@iuta.de
FuE-Dienstleistungen, Beratungen, Gutachten, Auftragsforschung Gewinnung von Metallen aus Abfallströmen, Eintrag von Metallen in die Umwelt Gutachten und Analysen zu: Abfall- und Umweltmanagement, Biomasseverwertung, Altlastensanierung, Verfahrenstechnische Beratungen und Berechnungen	**Research and development services, surveys, expertises, contract research** Recovery of metals from liquid waste, mission oriented research on entry of metals into the environment, surveys on waste- and environmental management, energy recovery of biomass, cleanup operation, Process engineering	**Ansprechpartner/Contact person:** Dr.-Ing. Egon Erich (-268) erich@iuta.de

Bereich: **Partikelprozesstechnik & Charakterisierung**
Department: **Particle Process Technology & Characterization**
Bereichsleitung/head of unit: Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de

Nanopartikel-Prozesstechnik Hochspezifische Nanopartikel-Synthese Betrieb und Optimierung von Reaktoren im Technikumsmaßstab für die Produktion von hochspezifischen Nanopartikeln für verschiedene Anwendungen Partikelherstellung Abscheidung aus der Gasphase Probennahme Prozessierung Funktionalisierung Dispergierung von hochspezifischen Nanopartikeln Überführen von Nanopartikeln aus der Gasphase in prozessierbare Flüssigkeiten	**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	**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

Nachhaltige Nanotechnologie	**Sustainable nanotechnology**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Luftqualität, Exposition und Gesundheit Untersuchungen zur Immission, Exposition und Gesundheitsgefährdung von Umweltpartikeln in Außen- und Innenraumluft (in Zusammenarbeit mit Epidemiologien und Toxikologen)	Air quality, exposure and health Exposure assessment and adverse health effect investigations of ambient outdoor and indoor air (in collaboration with epidemiologists and toxicologists)	Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-180) hellack@iuta.de
Untersuchungen zur Immission, Exposition und (Gesundheits-)gefährdung von Nanomaterialien auf Mensch und Umwelt; Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt; Produktanalysen und Safer-by-Design	Studies on imission, exposure and (health)effects of nanomaterials to humans and the environment; Behavior of nanomaterials in the environment Product analysis and safer-by-design	
Freisetzung und Charakterisierung Lebenszyklus-Analyse von Nanomaterialien Bestimmung der Freisetzung von Nanomaterialien	Release and Characterization Life cycle analysis of nanomaterials Determination of nanomaterial release	Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180) stahlmecke@iuta.de

Charakterisierung	**Characterization**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Prozessbegleitende Analyse-Methoden In-situ Laserdiagnostik im Bereich der Partikelerzeugung, Gasphasenanalyse (GC/MS, QMS)	In process analysis In-situ laser diagnostics during production of particles, Gas-phase analysis (GC/MS, QMS)	Dipl.-Ing. Mathias Spree (-106) spree@iuta.de
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 Oberflächenkonzentration	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 Zetapotential Specific surface area Hydrodynamic diameter Inorganic content analysis Lung deposit surface area concentration	Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180), stahlmecke@iuta.de Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-180) hellack@iuta.de Dr. rer.nat Andrea Hoyer (-301) hoyer@iuta.de

Bereich: Ressourcen & Recyclingtechnik
Department: Resources & Recycling Technology

Bereichsleitung/head of unit: Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259), j.schiemann@iuta.de

Wasseraufbereitung und -entsalzung mittels Membrananlagen	**Water treatment and desalination with membranes**	**Ansprechpartner/Contactperson:**
Pilotierung von Prozessen und Optimierung von Betriebseinstellungen für unterschiedliche Anwendungen, Verträglichkeitsuntersuchungen für Chemikalien an Membranmodulen	Pilot tests and optimization of operating conditions for different applications, compatibility tests for chemicals with membrane modules	Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de
Verfahrenstechnische Entwicklung, Beurteilung, Optimierung von Prozessen	**Process engineering, evaluation and optimization of processes**	**Ansprechpartner/Contactperson:**
Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen, Verfahrenskopplungen, Hybridverfahren zur Entsalzung, Kreislaufführung von Prozesswässern	Elimination of micro pollutants, coupling of processes, hybrid desalination processes, recycling of process water	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/Contactperson:** Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de Bettina Schiemann (-158) b.schiemann@iuta.de
Leistungsbeurteilung von Membranmodulen Leistungstests an 4-Zoll-Brackwassermodulen mit Testdrücken bis zu 40 bar, Leistungstests an 8-Zoll-Brackwasser- und Meerwassermodulen mit Testdrücken bis zu 80 bar Leistungstests an Flachmembranen aus Brack- und Meerwassermodulen 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 and ICP-OES, Oberflächenuntersuchung mittels REM/EDX, FT-IR-Analysen an Membranoberflächen und Belägen	**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.	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de Bettina Schiemann (-158) b.schiemann@iuta.de
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)	**Thermal water treatment and desalination** Thermal treatment of water solutions with vacuum distillation, desalination of water, tests with different materials, estimation of working points and energy saving potentials with multi effect distillation	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217) blauth@iuta.de
Identifizierung von strategischen Metallen und seltenen Erden in Abfallströmen komplexer Massengüter Untersuchung der Stoffverbünde, z. B. von PV-Modulen und Entwicklung von Rückgewinnungsmethoden durch chemische, mechanische und thermische Verfahren	**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	**Ansprechpartner/Contact person:** Cabin Schmale, M.Sc. (-109) schmale@iuta.de
Begutachtungen und Bilanzierungen von Kühlgerätentsorgungsanlagen 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	**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.	**Ansprechpartner/Contact person:** Hans Jürgen Prause (-156) prause@iuta.de Bettina Schiemann (-158) b.schiemann@iuta.de
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	**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.	**Ansprechpartner/Contact person:** Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259) j.schiemann@iuta.de

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 of Flat Screens

Investigations on flat screens with regard to harmful substances and content of resources, measurement and characterize of mercury emissions during dismantling, Recovery of Indium from display panels

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Recycling von Massengütern

Verwertung und Entsorgung von Elektro(nik)schrott als zugelassene und zertifizierte Erstbehandlungsanlage, Entwicklung adäquater Recyclingwege für Elektro(nik)schrott,
Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der Entsorgungsverfahrenstechnik

Recycling of bulk material

Recycling and disposal of electronic equipment waste, development of adequate recycling methods for electrical waste.
Research and development of disposal technologies and processes.

Ansprechpartner/Contact person:

Hans Jürgen Prause (-156)
prause@iuta.de

Cabin Schmale, M.Sc.(-109)
schmale@iuta.de

Untersuchungen an schadstoffhaltigen Materialien (z. B. PCB)

Phänomenologische Untersuchungen, Entwicklung von trockenmechanischen Aufarbeitungsmethoden, Entwicklung von Vorsorgestrategien zur Minimierung von Schadstoffen

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. Jochen Schiemann (-259)
j.schiemann@iuta.de

Cabin Schmale, M.Sc. (-109)
schmale@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. Flammschutzmitteln 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: Forschungsanalytik & Speziesanalytik
Department: Research Analysis & Species Analysis

Bereichsleitung/head of unit: Dr. rer. nat. Christine Kube (-213), kube@iuta.de

Spurenanalytik

Quantitative Bestimmung der elementaren Zusammensetzung von flüssigen und festen Probenmatrizes mittels ICP-MS.
Feststoffanalytik mittels Mikrowellendruckaufschlussverfahren
Quecksilberanalytik mittels Hg-AAS

Trace analysis

Quantitative determination of the elemental composition of liquid and solid sample matrices
Solid analysis using microwave pressure digestion methods
Mercury analysis by means of Hg-AAS

Ansprechpartner/Contact person:

Andreas Sadlowski (-234)
sadlowski@iuta.de

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-165)
dronov@iuta.de

Dr. rer. nat. Christine Kube (-213)
kube@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:

Andreas Sadlowski (-234)
sadlowski@iuta.de

Dr. rer. nat. Michail Dronov (-165)
dronov@iuta.de

Dr. rer. nat. Christine Kube (-213)
kube@iuta.de

Ionen	**Ions**	
		Ansprechpartner/Contact person:
Nachweis von Anionen in wässrigen Lösungen im Spurenbereich Methodenentwicklung Levoglucosan als Holzverbrennungsmarker	Determination of anions in water-based solutions Method development Determination of levoglucosan as a marker of wood combustion	Inga Flieter (-234) flieter@iuta.de Dr. rer. nat. Christine Kube (-213) kube@iuta.de
Gaschromatografie	**Gaschromatography**	
		Ansprechpartner/Contact person:
Nachweis von Ölen aus Druckluftuntersuchungen Methodenentwicklung Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-FID) Thermodesorption/GC/MS	Determination of oil aerosol content of compressed air Method development Screening (GC-MS; GC-MS/MS; GC-FID) Thermodesorption/GC/MS	Yvonne Lamboy and Inga Flieter (-234) lamboy@iuta.de, flieter@iuta.de Dr. rer. nat. Christine Kube (-213) kube@iuta.de
Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen	**Treatment of industrial waste solutions**	
		Ansprechpartner/Contact person:
Verfahren zur Aufarbeitung industrieller Reststofflösungen	Treatment of industrial waste solutions	Dipl.-Chem., Dipl.-Ing. Frank Grüning (-266) gruening@iuta.de

Bereich: Forschungsanalytik & Miniaturisierung
Department: Research Analysis & Miniaturization

Bereichsleitung/head of unit: Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de

Analysentechnik	**Analytical technologies**	**Ansprechpartner/Contact person:**
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	Development of methods and technical solutions for high temperature liquid chromatography, detection and coupling techniques, capillary-HPLC-MS, multi dimensional separations, computer based method development, development and testing of stationary phase materials	Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de
Methodenentwicklung und Spezialanalytik für FuE-Anwendungen	**Method development and specialized analytical methods for R&D applications**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Wissenschaftlich fundierte Entwicklung und Validierung leistungsfähiger Spezialverfahren für Forschungsvorhaben, Kooperationspartner und externe Auftraggeber, breite Palette an Analysenverfahren und bestimmbaren Parametern: GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MSn, LC-HRMS	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	Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de Dr. rer. nat. Jochen Türk (-179) tuerk@iuta.de

Bereich: Industrielle Gemeinschaftsforschung
Department: Collective research for SME´s

Bereichsleitung/head of unit: Dr.-Ing. Stefan Haep (-204), haep@iuta.de

FuE-Organisation, Netzwerke	**FuE-Networking**	**Ansprechpartner/Contact person:**
FuE-Organisation/Netzwerk, Vorhaben-Evaluation, Wissenschaftlich-administrative Begleitung von FuE-Vorhaben, Ergebnis-Transfer und Publikation, Schulungsmaßnahmen	Networking, proposal evaluation, support concerning project administration and scientific focusing, dissemination of results and publications, training	Dr.-Ing. Stefan Haep (-204) haep@iuta.de Claudia Flicka (-333) flicka@iuta.de

4.15 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 „Logport Center“ ist ca. 200 m von IUTA entfernt. Die Buslinie 914 verkehrt vom Bahnhof Rheinhausen an Werktagen mehrmals täglich Richtung „Logport Center“, aussteigen an der Haltestelle „Logport Center“. Weitere Infos finden Sie unter www.vrr.de.

Taxi vom Duisburger Hauptbahnhof zu IUTA (Preis ca. 17 €).

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 wird etwa eine halbe Stunde benötigt.

Abb. 4-7: Skizze IUTA und Umgebung