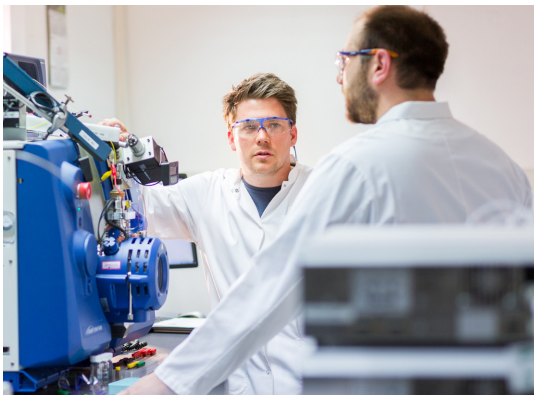
TÄTIGKEITSBERICHT 2016



Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.

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 Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) sowie Mitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V. (JRF).

Bildnachweis (Deckblatt)

Foto oben links: Anlage im Bereich *Ressourcen & Recyclingtechnik* (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.)
Foto oben rechts: neuartiger Adsorptionsfilterprüfstand zur Prüfung gasförmiger Filterdurchbrüche im ppb- und ppm-Bereich (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.)
Foto unten links: Labor des IUTA-Bereichs *Forschungsanalytik* (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.)
Foto unten rechts: Anlage zur thermischen Wasseraufbereitung und Entsalzung (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.)

TÄTIGKEITSBERICHT 2016

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

**Institut an der
Universität Duisburg-Essen**

TÄTIGKEITSBERICHT 2016

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 15

3.3 Umwelthygiene & Spurenstoffe 21

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung 31

3.5 Partikelprozesstechnik & Charakterisierung 36

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik 43

3.7 Messstelle 49

3.8 Forschungsanalytik 53

3.9 Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e. V. 57

4 Anhang 60

4.1 Vorträge 2016 60

4.2 Veröffentlichungen 2016 67

4.3 Poster 2016 73

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen 77

4.5 IGF-Forschungsberichte 80

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) 82

4.7 Veranstaltungen 86

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen 93

4.9 Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e. V. 96

4.10 Mitglieder des IUTA e. V. 97

4.11 Mitglieder des Forschungsbeirates des IUTA e. V. 99

4.12 Mitglieder des Fördervereins des IUTA e. V. 100

4.13 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments 102

4.14 Wegbeschreibung zum IUTA 113

1 Vorwort

Es gibt Jahre, die wirken zunächst eher unspektakulär, erweisen sich aber im späteren Rückblick für die Zukunft eines Instituts als entscheidend. 2016 könnte für das IUTA so ein Jahr der Weichenstellungen gewesen sein.

Betrachtet man die reinen Kennzahlen, so war es ein eher typisches Jahr: Umsatz, Anteil von öffentlicher Förderung und Drittmitteln, Zahl der Projekte und Mitarbeiterzahl sind in der Größenordnung der Vorjahre. Doch dieser Blick täuscht, einige wichtige Entscheidungen für die Zukunft sind gefallen: Das IUTA wurde positiv evaluiert, die wissenschaftliche Ausrichtung wurde geschärft, die Struktur verschlankt und die Basis für eine große Infrastrukturmaßnahme gelegt.

Zunächst ist zu vermelden, dass die Evaluierung des IUTA, die essentielles Kriterium für die Mitgliedschaft in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) und damit die institutionelle Grundförderung des Instituts ist, mit einem positiven Votum beendet werden konnte. Im Kommentar zur Evaluierung konstatiert das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung (MIWF NRW): „Das IUTA arbeitet mit einer klar anwendungsorientierten Ausrichtung an der Schnittstelle von Wissenschaft und Industrie, vornehmlich mittelständischen Unternehmen.“ und „Ausgehend von der Einschätzung, dass das IUTA den Zielen und Anforderungen in hohem Maße gerecht wird, sieht das MIWF die Voraussetzungen für die institutionelle Förderung […] gegeben.“

Im Nachgang zur Evaluierung haben wir uns entschlossen (trotz dieses positiven Votums und der Bestätigung für die bisherige strategische Ausrichtung des Instituts) das Portfolio und die Struktur des IUTA 2016 noch einmal kritisch zu prüfen und insbesondere die Leitthemen zu schärfen und zu aktualisieren.

Zukünftig wird das IUTA für die Themen:

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

stehen. Zudem haben wir die formale Struktur des Hauses stärker an die gelebte Realität angepasst und insgesamt schlanker und transparenter gestaltet. Die Details dieser neuen Struktur können dem in Kapitel 2 aufgeführten Organigramm entnommen werden.

Nicht zuletzt ist 2016 die erfolgreiche Einwerbung eines großen Infrastrukturprojekts zu vermelden. Die Strategie, das IUTA regelmäßig über Großprojekte auch in Bezug auf die apparative Ausstattung und die Forschungsinfrastruktur in den Leitthemen an der Spitze der Forschung zu halten, trägt Früchte. Nach der Nanopartikelsynthese (2007 – 2009) und dem Filtrationszentrum (2009 – 2012) ist es 2016 gelungen, mit dem Projekt FutureLab NRW den Bereich der chemischen Analytik zu stärken. In den neuen Laboren sollen sowohl die wirkungsbezogene als auch die instrumentelle Analytik insbesondere in Richtung Digitalisierung und Miniaturisierung adressiert werden.

Die Kernaufgabe des IUTA war natürlich auch 2016 der „Brückenbau“ zwischen universitärer Grundlagenforschung und industrieller Anwendung im Bereich der Energie- und Umwelttechnik. Wie erfolgreich wir das tun, zeigt die Zahl der Kooperationen; zurzeit umfasst die Liste 157 Hochschulen und Forschungsinstitute und ca. 250 Unternehmen. Ein weiterer Beleg: Unser traditioneller „IUTA-FiltrationsTag“ konnte im November 2016 mit über 150 Teilnehmern überwiegend aus dem Bereich der einschlägigen Industrie einen neuen Besucherrekord verzeichnen. Daneben gab es wieder eine Vielzahl von Sitzungen projektbegleitender Aus-

schüsse und Seminare, z. B. zum sicheren Umgang mit Zytostatika. Einen kleinen Überblick über diese Aktivitäten finden Sie im Anhang dieses Tätigkeitsberichts. 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.

Die traditionell enge Verbindung des Hauses mit der Universität Duisburg-Essen manifestierte sich auch 2016 wieder in vielen Aktivitäten, u. a. drei Vorlesungen von IUTA-Mitarbeitern an der Universität, einem gemeinsamen Doktoranden-Seminar, 10 laufenden Promotionsvorhaben und vielen gemeinsamen Forschungsprojekten mit Lehrstühlen aus den Fakultäten Maschinenbau & Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Chemie und Medizin.

Einen ersten Überblick über die Arbeitsgebiete 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 Internet-Seite www.iuta.de. Zögern Sie nicht, uns anzusprechen!

Abschließend möchten wir noch einmal allen Mitarbeitern des IUTA und unseren Partnern aus Industrie, Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich danken, insbesondere den vielen ehrenamtlich engagierten Personen, die uns auch 2016 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 (MdL) 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 wissenschaftlichen Beirats 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 bei der einen oder anderen Gelegenheit im IUTA begrüßen zu dürfen.

Duisburg, im Mai 2017

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 33 juristische Mitglieder (Firmen und Organisationen), 25 persönliche Mitglieder und 43 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 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.

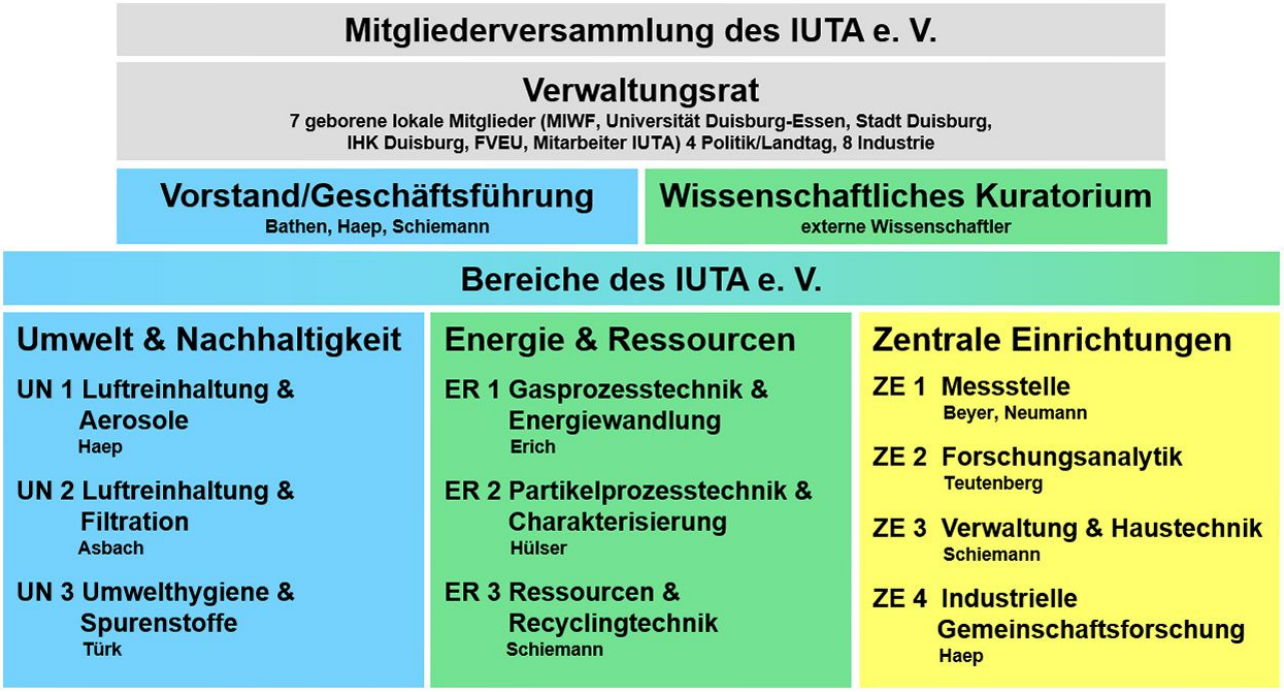


Abb. 2-1: Organigramm des IUTA e. V., Stand 31.12.2016

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 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 & Partikeltechnik“*, *„Luftreinhaltung & Gasprozesstechnik“*, *„Ressourcen & Toxine“*, *„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 2016 hat der IUTA e. V. einen Gesamtumsatz von rd. 8,7 Millionen Euro erwirtschaftet und 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 BMBF profitiert das IUTA in erster Linie von den Förderprogrammen des BMWi, wie der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF), organisiert durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) und dem „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM). Als ordentliches Mitglied der AiF hat das IUTA die Berechtigung, die Förderung von IGF-Vorhaben zu beantragen und leitete als sogenannter Erstzuwendungsempfänger im Jahre 2016 rd. 4,6 Mio. Euro Zuwendungsmittel an andere Forschungsstellen in Deutschland weiter.

Flankierend zur Forschung führte das IUTA auch 2016 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 Innovation, Wissenschaft und Forschung bei, die eng mit der Mitgliedschaft von IUTA in der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft in NRW (JRF) verbunden ist. Ende 2015 wurde IUTA als eines der ersten JRF-Mitglieder evaluiert. Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen ist im Dezember 2016 in seiner abschließenden Bewertung der Evaluierung zu dem Schluss gekommen, dass IUTA die Voraussetzungen für die institutionelle Förderung und den Verbleib in der JRF erfüllt. Das MIWF NRW empfiehlt die erneute und turnusmäßige Evaluierung des IUTA nach 5 Jahren.

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, verfügt über eine nach § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) bekannt gegebene Messstelle für Emissions- und Immissionsmessungen (Hinweis: Gültigkeit nur bis Februar 2017), einen nach 4. BImSchV genehmigten Zerlegebetrieb für Elektronikschrott, ist nach Entsorgungsfachbetriebeverordnung zertifiziert und besitzt die Zulassung als Prüfstelle gem. Technischer Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3 Sowohl die *Messstelle* als auch die Bereiche *Forschungsanalytik* und *Umwelthygiene & Spurenstoffe* sind 2014/15 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für verschiedene Prüf- und Messverfahren nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 und CEN/TS 15675:2007 akkreditiert worden (D-PL-19759-01-00 und -02-00). Die Akkreditierung gilt nur für den in den Urkundenanlagen D-PL-19759-01-00 und -02-00 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 etabliert. In allen chemischen Laboren wird die Qualität der Arbeiten gemäß DIN ISO 17025 gewährleistet. Basierend auf einem Qualitätsmanagementhandbuch haben die Bereiche *Messstelle, Forschungsanalytik* und *Umwelthygiene & Spurenstoffe* ihre Methoden, Analysen, Berichte, Datenverarbeitung und Archivierung mit Standardarbeitsanweisungen festgeschrieben, die im Rahmen der Akkreditierung durch die DAkkS regelmäßig bestätigt und zertifiziert werden.

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. über 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. Ein hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop, verschiedene Gas- und Flüssigkeitschromatografiesysteme bis hin zu einem Aerosolmassenspektrometer, einem Ramanspektrometer oder einem Online-PTR-Massenspektrometer stellen nur einen Ausschnitt der im Laborbereich verfügbaren „Werkzeuge“ dar.

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 Verbund- oder AiF/IGF-Projekte 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 Vorsitzender, 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 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 Flüssigkeitstransports in GC-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, wie zum Beispiel elementarem/organischem Kohlenstoff bzw. „Black Carbon“. Eine aktuelle Fragestellung ist die Bedeutung von Hausbrand-Holzfeuerungen für die Feinstaubbelastung, die ausgehend von Messdaten mit speziellen statistischen Modellen ermittelt wird. Ein weiteres aktuelles Forschungsfeld beschäftigt sich mit möglichen Wechselwirkungen zwischen ENMs (engineered nanomaterials) und der Atmosphäre. In Labor- und Feldstudien werden Messdaten erhoben, die eine verbesserte Modellierung des Verbleibs von Nanomaterialien in der Umwelt ermöglichen.

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 bis hin zur Begleitung bei Genehmigungsverfahren.

Tabelle 3-1: Eingesetzte Technologien und ihre Anwendungsbereiche

		Thermische und mechanische Trennverfahren zur Anwendung in Abgasen, Biogas, Erdgas, Luft in Reinräumen,....						
Luftverunreinigungen		Adsorption	Absorption	Katalyse (Photokat., SCR, SNCR)	Gewebe-filtration + Flugstrom-verfahren	(Konden-sations-, Nass-) Elektro-filtration	Strahl-wäsche	Thermo-phorese
Partikulär (fest, flüssig, biogen)	< 10 µm				✓	✓		
	< 1 µm					✓	✓	
	<< 1 µm						✓	✓
Gasförmig	Queck-silber	✓	✓		✓			
	NOx, SOx,..			✓	✓			
	(S)VOC	✓		✓				

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.

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
- Durchströmte 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
- Lebenszyklus von (luftgetragenen) Nanomaterialien Grenzüberschreitende Feinstaubeinträge (Quellenzuordnung)
- Ultrafeine Partikel in Umgebungsluft (für Epidemiologie und Modellierung)
- Standardisierung von Kohlenstoff- und Black Carbon Messmethoden
- Ursachenanalysen von Immissionen und Depositionen von Dioxinen und PCB
- Zukunft der Lufqualitätsüberwachung

Aus der Vielzahl an Forschungsprojekten werden drei Projekte vorgestellt.

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

Ziel des IGF-Projektes ist die Entwicklung von maßgeschneiderten Niedertemperatur-Katalysatorsystemen, die in Anwesenheit von NH_3 zu einer quantitativen Umsetzung von NO_x aus Abgasen führen. Es ist beabsichtigt, das Katalysatormaterial partikelförmig in den Abgasstrom zu dosieren. Diese Anwendung ist besonders attraktiv im Temperaturfenster von 140 – 180 °C, weil dann die Nutzung des Materials im sog. Flugstrom- oder Filterschichtverfahren möglich ist. Dieses Verfahren wird zur Abscheidung saurer Schadstoffe (SO_2, HCl), von Quecksilber und Dioxinen und Furanen bereits häufig eingesetzt. Die dafür verwendeten Adsorbenzien haben jedoch keine auslegungsrelevanten reduzierenden Eigenschaften in Bezug auf NO_x. Die katalytische Niedertemperatur-Entstickung (im Temperaturbereich < 200 °C) in feuchtem (bis ca. 25 Vol.%), mit weiteren Schadstoffen (SO_2, HCl) verunreinigtem Abgas stellt eine besondere technische Herausforderung dar. Insbesondere unerwünschte Nebenreaktionen können zur Deaktivierung des Katalysators führen. Geeignete Katalysatormaterialien sind bisher nicht verfügbar.

Abb. 3-1: Prüfstand MMTC 2000 EHF in der Halle 5 des IUTA

Das Forschungsprojekt wird gemeinsam mit dem Institut für Technische Chemie der Universität Leipzig durchgeführt, das die Katalysatorentwicklung übernommen hat. Der Schwerpunkt der Arbeiten am IUTA liegt in der Ausarbeitung geeigneter verfahrenstechnischer Konzepte und in der Absicherung der Materialeigenschaften durch Tests unter realitätsnahen Betriebsbedingungen.

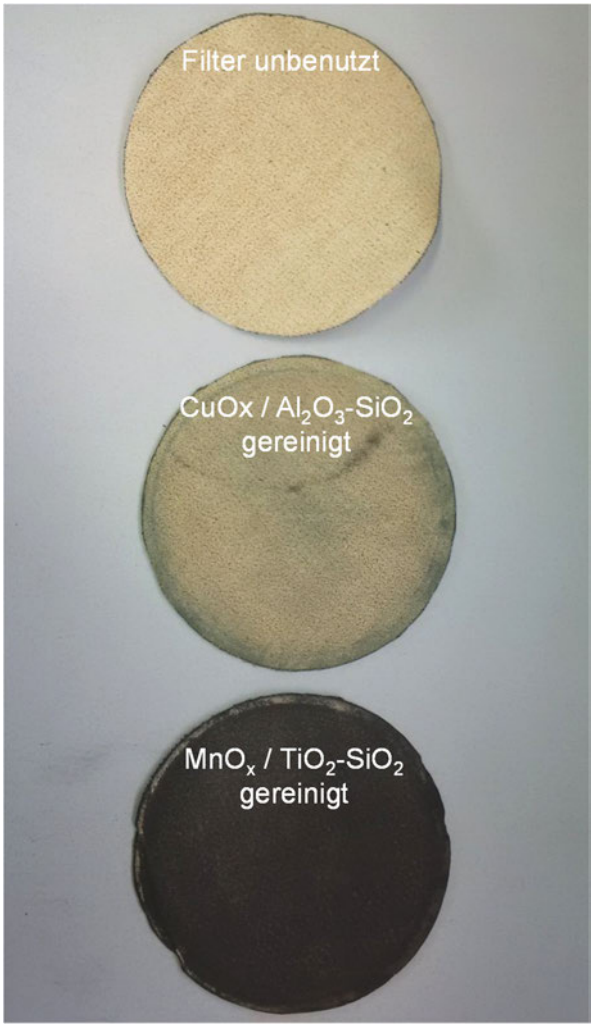


Abb. 3-2: Filtertuch unbenutzt und nach Abreinigung

Kernstück der Versuchsanlage ist ein Prüfstand für abreinigbare Filtermedien, der für standardisierte Filtertests nach VDI 3926 konzipiert wurde. Zum Einsatz kommt der MMTC 2000 EHF der Fa. Palas, siehe Abb. 3-1. Der Prüfstand ist bis auf 250 °C beheizbar. Bei 90 °C kann eine relative Feuchte bis 80 % geregelt eingestellt werden. Zur Nachbildung einer definierten Abgasmatrix wurde der Prüfstand durch eine Gasmischstation zur Konditionierung unterschiedlicher Schadgaszusammensetzungen erweitert.

Neben dem NO_x-Umsatz und der daraus ersichtlichen Desaktivierung des katalytischen Materials durch weitere Gasbestandteile können mit dem Prüfstand auch Aussagen zum Verhalten des Materials im Flugstrom und an der Filterschicht gemacht werden.

Abb. 3-2 zeigt die Belegung des Filtertuchs mit zwei unterschiedlichen Materialien (MnO_x auf TiO_2-SiO_2 Basis und CuO_x auf Al_2O_3-SiO_2-Basis) im abgereinigten Zustand. Während mit dem Mn-Katalysator eine vollständige und dauerhafte Belegung des Filtertuchs erreicht wird, die auch nach Abreinigung noch sichtbar bleibt, weist das Cu-Material Lücken im Filterkuchen auf (Abb. 3-3). Nach der Abreinigung verbleiben nur minimale Einlagerungen von Cu-Katalysatormaterial im Filtertuch. Als Ergebnis der Arbeiten zur Katalysatorentwicklung wird Mn als reaktive Komponente favorisiert. Abb. 3-4 zeigt die Ergebnisse zur Entstickung mit und ohne Feuchte im Testgas bei stöchiometrischer NH_3-Dosierung.

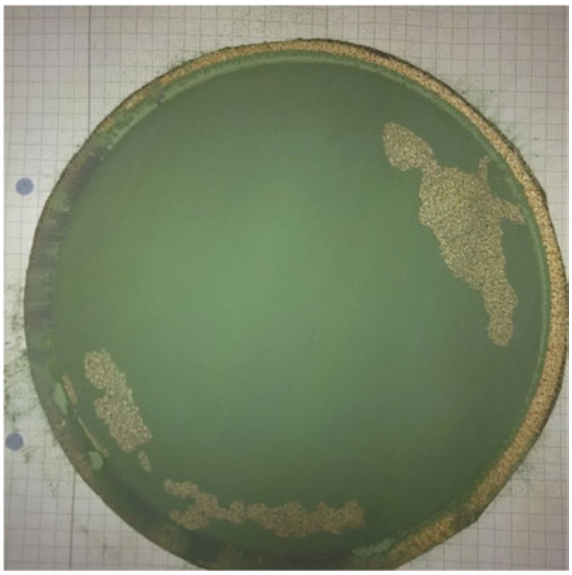


Abb. 3-3: CuO_x / Al_2O_3-SiO_2, belegt

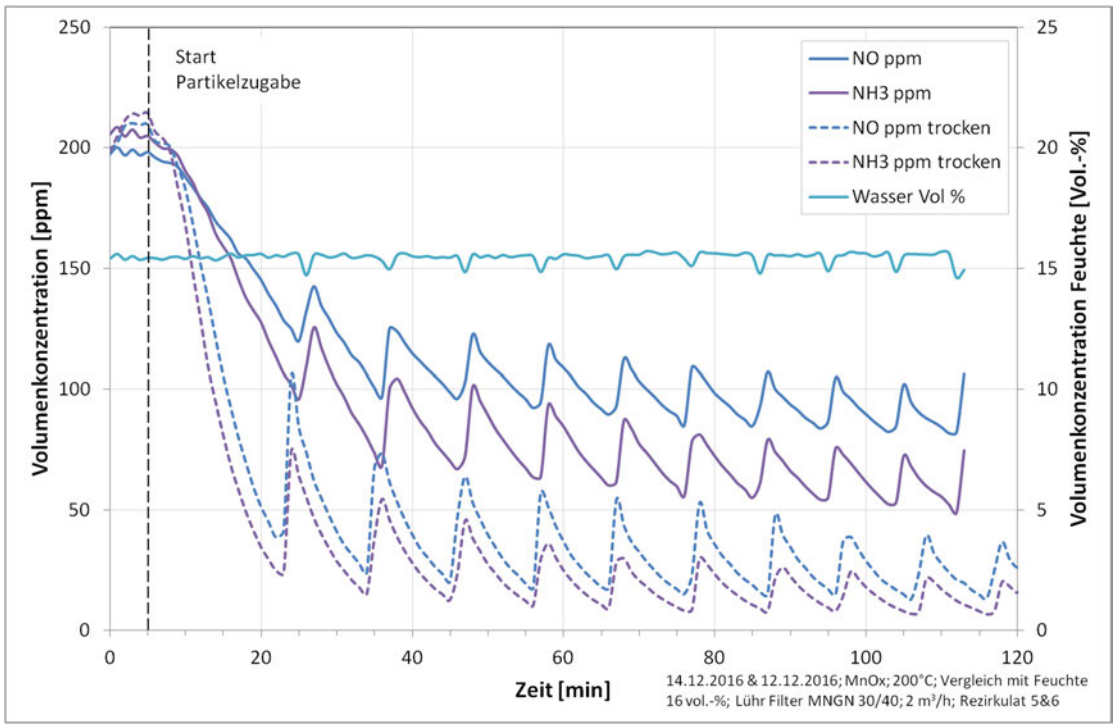


Abb. 3-4: Entstickung in der Filterschicht mit MnO_x-Katalysator mit und ohne Feuchte im Gas

Das Projekt endet zum 31.05.2017. Aufgrund der sehr interessanten Ergebnisse wird eine Fortsetzung der Arbeiten angestrebt. Im Fokus weiterer Entwicklungen sind die Verbesserung der Resistenz gegen Vergiftung sowie eine Verbesserung der Umsatzraten durch die Kombination des Mn mit weiteren reaktiven Komponenten.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18515 BG der Forschungsvereinigung Energie- und Umwelttechnik wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

Projekt NanoFASE – Nanomaterial Fate and Speciation in the Environment

Technisch hergestellte Nanomaterialien (engl.: engineered nanomaterials, ENMs) bieten ein großes Potenzial für eine Vielzahl neuer und verbesserter Produkte. Dennoch müssen mögliche Auswirkungen dieser Materialien auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit erforscht werden. Während zu Beginn der Risikoforschung insbesondere die physikalischen und chemischen Eigenschaften reiner Nanomaterialien untersucht wurden, rücken inzwischen funktionelle Zusammenhänge und Verhaltensweisen freigesetzter Nanomaterialien in Umweltmedien in den Fokus. Das Projekt NanoFASE beschäftigt sich insbesondere mit Transport, Transformation und Verbleib in realen Umweltmedien, wobei die Vielzahl bereits vorhandener und zukünftiger Nanomaterialien zu Gruppen zusammengefasst werden soll, die sich in der Umwelt vergleichbar verhalten. Abb. 3-5 zeigt

schematisch die betrachteten Kompartimente und Prozesse, die für die Modellierung einzelnen „Zellreaktoren“ zugeordnet und diese dynamisch miteinander verknüpft werden. Die Zielsetzung ist hierbei die Bereitstellung eines Werkzeugsystems zur integrierten Expositionsbeurteilung.

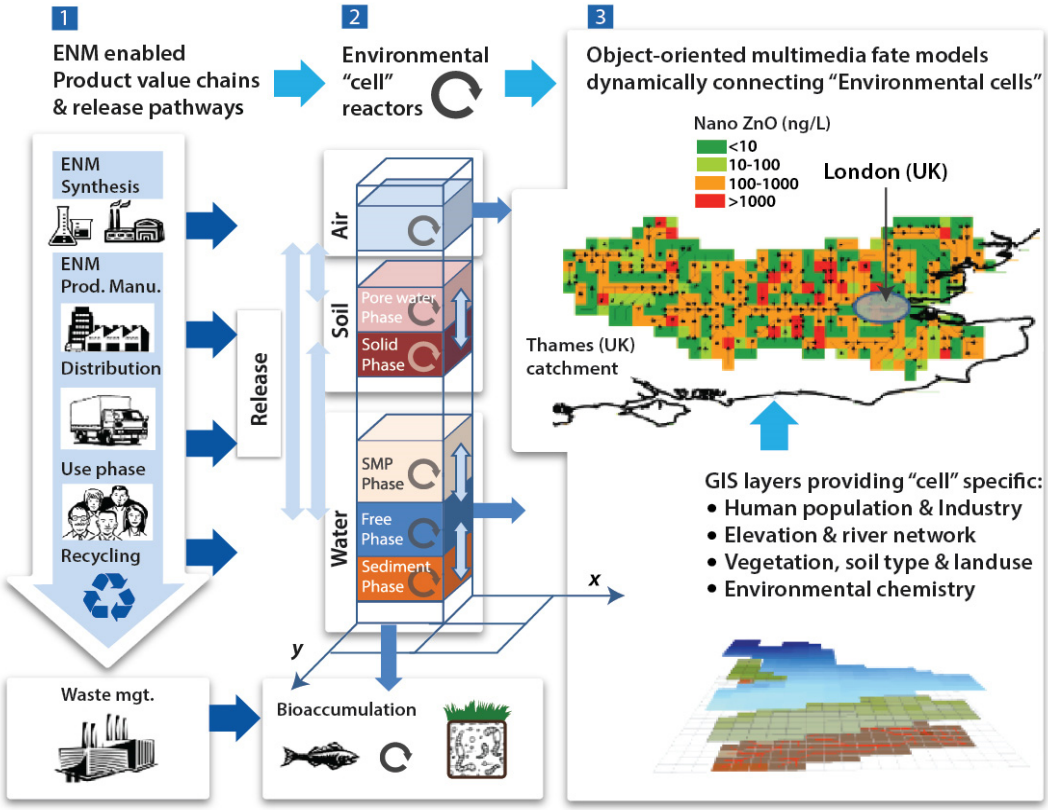


Abb. 3-5: Prozesse und Umweltkompartimente für die Modellierung des Verhaltens und Verbleibs von ENMs in der Umwelt

IUTA ist bei NanoFASE in mehreren Arbeitspaketen beteiligt, beispielsweise an der Entwicklung des *Exposure Assessment Framework* sowie an der Modellentwicklung zum Verhalten und Verbleib in unterschiedlichen Umweltkompartimenten. Darüber hinaus werden Teilaspekte zur Identifizierung und Quantifizierung von ENM-Freisetzungen während unterschiedlicher Lebenszyklen bearbeitet.

Bezüglich der experimentellen Arbeiten hat IUTA die Leitung eines Arbeitspakets, das sich mit dem Verhalten unterschiedlicher ENMs in der Atmosphäre beschäftigt. Neben der Teilnahme an Feldstudien zur Bestimmung von Emissionsraten, Transport und Transformation in Quellnähe (Straßenverkehr, Industrie) werden Laborstudien durchgeführt, welche die Transformationen freigesetzter ENMs charak-

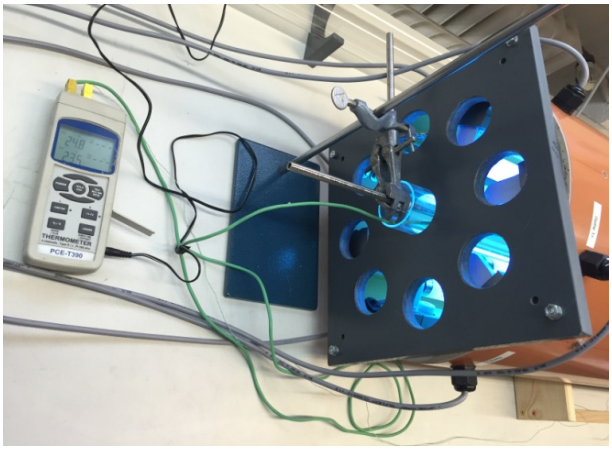


Abb. 3-6: Messung der UV-Intensität im Reaktor

terisieren und quantifizieren sowie den möglichen Einfluss reaktiver ENMs auf die Atmosphärenchemie untersuchen. Abb. 3-6 zeigt ein Foto des Versuchsaufbaus, in Abb. 3-7 ist das Schema des eingesetzten Reaktors dargestellt. Weiterhin ist IUTA an Arbeiten zu ihrem Verhalten in Abfallbeseitigungsanlagen beteiligt und wird u. a. Verbrennungsversuche an Abfall und Klärschlamm durchführen, die mit nano-TiO_2, ZnO bzw. CuO versetzt wurden.

Danksagung:

Das Projekt Nr. 642007 wurde mit Mitteln aus dem EU-Förderprogramm Horizont 2020 (Forschung und Innovation) gefördert.

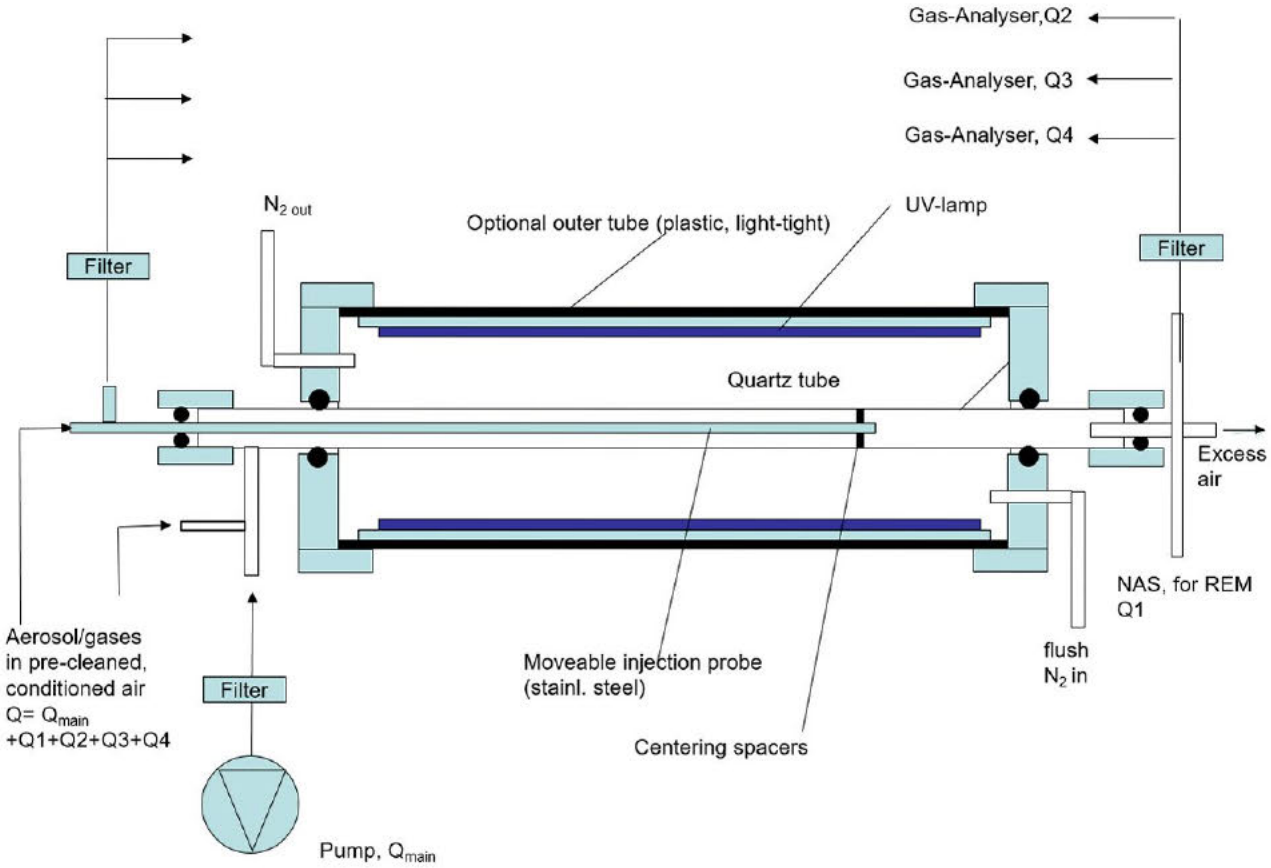


Abb. 3-7: Schema des eingesetzten Reaktors

Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Power-to-X Anwendungen

In Zeiten hoher Verfügbarkeit von elektrischer Energie können Syntheseanlagen zur Produktion von Wasserstoff, Methan und Methanol o. ä. betrieben werden. Solche Anlagen werden derzeit unter den Begriffen „Power to Gas“ (PtG oder P2G), „Power-to-Fuel“ (PtF oder P2F) bzw. „Power to Chemicals“ (PtC oder P2C) diskutiert. Allgemein spricht man von Power-to-X, wenn Strom in andere Produkte (Wärme, Chemikalien, Brennstoffe) umgewandelt wird. Dabei stehen einerseits die Entlastung von Übertragungsnetzen und der Ausgleich von Angebot und Nachfrage an elektrischer Energie, andererseits die Verwertung

des Treibhausgases CO_2 aus den Abgasen von Industrieanlagen im Fokus.

Im Rahmen verschiedener Studien zur Wirtschaftlichkeit einer alkalischen Wasserelektrolyse, eines Sabatier-Reaktors bzw. einer Methanolsynthese wurden von IUTA Prozessfließbilder sowie Massen- und Energiebilanzen erstellt und die Investitions- sowie die Betriebskosten ermittelt. Es wurden am Beispiel der Methanolsynthese die Gestehungskosten und die Sensitivität auf den Strompreis, auf die CO_2-Zertifikatepreise sowie die Investitionskosten bestimmt. Dabei zeigte sich, dass sich für einen Kraftwerksstandort, der sowohl das CO_2 mittels einer Aminwäsche aus dem Rauchgas abscheiden, als auch Wasserstoff mittels alkalischer Wasserelektrolyse erzeugen muss, für die Methanolsynthese kein Return on Investment unterhalb von 100 Jahren erzielen lässt.

Die Analyse der Kostentreiber ergab, dass insbesondere die hohen Investitionskosten sowie der hohe Strombedarf der alkalischen Wasserelektrolyse, aber auch die CO_2-Abscheidung aus dem Kraftwerksrauchgas mit einem relativ niedrigen CO_2-Partialdruck sowie die hohen Investitionskosten für die CO_2-Kompressoren für die fehlende Wirtschaftlichkeit verantwortlich sind.

Unter Verwendung der Software „Aspen Plus“ wurde im Rahmen einer Masterarbeit auch die Reaktionskinetik eines Röhrenreaktors zur katalytischen Synthese von Methanol aus CO_2 und H_2 simuliert. Im Rahmen von Sensitivitätsanalysen wurde der Einfluss verfahrenstechnischer Parameter sowie der Reaktordimensionen auf die Methanolausbeute ermittelt. Simuliert wurde dabei unter anderem die Einbindung einer Methanol-Synthese in einen Chemiepark. Bestimmt wurden, basierend auf den Investitions- und Betriebskosten, die Methanolgestehungskosten von derzeit 820 €/t MeOH. Diese liegen ca. dreimal höher, als der aktuelle Marktpreis von Methanol.

3.2 Luftreinhaltung & Filtration

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* forscht und entwickelt in der Partikel- und Gasfiltration sowie der Partikel- und Gasmesstechnik. Der Bereich verfügt über eine breite messtechnische Ausstattung und eine Vielzahl von Prüfständen, die sowohl zur normgerechten Prüfung von Filtern oder Adsorbenzien als auch für die Forschung und Entwicklung neuer Materialien oder Messtechnik eingesetzt werden (siehe Tab. 3-2). Die Anwendungen umfassen ein weites Spektrum. Es reicht von der Filtration in raumlufttechnischen Anlagen sowie im KFZ, über Koaleszenz- und Druckluftfilter bis hin zur Entfernung toxischer Schadgase aus Luftströmungen. Außerdem werden Messsysteme z. B. für Filterprüfungen, zur Charakterisierung von Partikeln unter extremen Bedingungen (Druck, Temperatur etc.) oder zur Erfassung der (persönlichen) Exposition gegenüber (Nano-) Partikeln, entwickelt. Durch die Kombination der breit gefächerten Expertise der Mitarbeiter lassen sich zudem maßgeschneiderte Lösungen für vielfältige Anwendungen entwickeln.

Tabelle 3-2: Übersicht über die im Bereich verfügbaren Prüfstände

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

[1] z. B. Blausäure, Phosgen, Benzol, etc. [2] nach Entspannung [3] Entwurf

In einem Prüfstand gemäß der europäischen Norm EN 779 können Filter unterschiedlicher Filterklassen für raumlufttechnische (RLT) Anlagen geprüft werden. Dieser vollautomatisierte Prüfstand ist zudem geeignet, Filter nach der neuen Norm ISO 16890 zu klassifizieren. Er kann bei Volumenströmen zwischen 400 und 5000 m³/h bei einer konstanten Temperatur zwischen 20 und 60 °C und relativen Luftfeuchtigkeit bis zu 98 % betrieben werden. Druckluftfilter können gemäß ISO 12500 getestet werden. Hierzu stehen insgesamt drei Prüfstande zur Verfügung, die bei Betriebsdrücken von bis zu 8 bar absolut mit Normvolumenströmen von 1 bis 100 m³/h bzw. von 50 bis 3000 m³/h betrieben werden. Diese Aufbauten erlauben die Messungen des Restölgehaltes (ISO 12500, Teil 1), des Öldampfgehaltes (Teil 2) sowie der Partikel (Teil 3). Ein Druckluftfilterprüfstand (50 – 3000 m³/h) verfügt zudem über die Möglichkeit, die Temperatur stabil zwischen 10 und 50 °C einzustellen,

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

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

An einem Medienfilterprüfstand (MFP) können Filterronden mit einer angeströmten Querschnittsfläche von 100 cm² mit einer großen Bandbreite an Anströmgeschwindigkeiten sowie verschiedensten Testaerosolen geprüft werden.

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, z. B. der chinesischen Norm GB T18801-2015 oder dem Entwurf für die deutsche Norm DIN 44973-100, variabel anpassen. Die Qualität der Raumluftreiniger wird anhand der Abnahme der Konzentration an Partikeln sowie verschiedener Gase wie Formaldehyd oder Toluol ermittelt. Zudem sind Möglichkeiten zur definierten Alterung der eingesetzten Filter, z. B. mit Zigarettenrauch oder Formaldehyd vorhanden.

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

Zu guter Letzt verfügt der Bereich über einen einzigartigen Prüfstand, der es erlaubt, sicher mit toxischen Gasen umzugehen, um z. B. deren Adsorption an Schüttungen von Adsorbenzien, Flachmedien oder Gasmasken zu untersuchen. Der Prüfstand verfügt über eine 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. Somit können nicht nur Einzelgase, sondern auch realitätsnahe Schadgasgemische untersucht werden.

Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter

Partikelfilter finden heutzutage Anwendung in zahlreichen Gebieten, sei es zur Verbesserung der Raumluftqualität, zum Schutz von Komponenten vor Stäuben oder zur Verringerung von Emissionen. Eine wesentliche Forderung ist stets, eine möglichst hohe Abscheideeffizienz bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erreichen. Die Partikelabscheidung in herkömmlichen Filtermedien beruht auf den mechanischen Transportmechanismen Diffusion, Interzeption und Impaktion. Eine Möglichkeit, die Abscheideeffizienz weiter zu steigern, ohne den Druckverlust zu erhöhen, bieten Elektretfilter. In diesen werden die Filterfasern entweder herstellungsbedingt oder durch gezielten Einsatz einer Koronaentladung elektrisch aufgeladen, um die rein mechanische Abscheidung durch elektrostatische Kräfte zu ergänzen. Dies kann entweder durch direkte Coulomb-Wechselwirkung zwischen geladenen Fasern und geladenen Partikeln geschehen (Elektrophorese, dominierend für Partikel bis 400 nm) oder durch Wechselwirkung von geladenen Fasern mit induzierten Dipolen in neutralen Partikeln (Dielektrophorese, dominierend für Partikel größer 400 nm).

Ein Problem von Elektretfiltern ist, dass die effektive Faserladung mit zunehmender Betriebsdauer stark nachlässt, was zur teilweise drastischen Abnahme der Abscheideeffizienz führt. Ursache können beispielsweise die Beladung mit Partikeln oder die Exposition gegenüber Luftfeuchtigkeit oder Lösemitteln sein. Die genauen Prozesse sind jedoch nur unvollständig verstanden, sodass die Optimierung der Elektretmedien bisher im Wesentlichen empirisch erfolgt. Zudem existieren bisher keine realitätsnahen Simulationen der Partikelabscheidung in Elektretfiltern, da beispielsweise ein genaueres Verständnis der räumlichen Verteilung der Ladung auf den Fasern fehlt.

Um das Verständnis der Vorgänge in Elektretfiltern sowohl in Hinblick auf die Partikelabscheidung als auch auf die Filteralterung zu verbessern und für die Entwicklung optimierter Filter nutzbar zu machen, wurde im September 2016 das IGF-Projekt „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter" (19145 N) in Kooperation mit dem Lehrstuhl für mechanische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern gestartet. Im Rahmen des Projektes werden Untersuchungen sowohl an Ronden als auch an konfektionierten Filtern durchgeführt, um zu ergründen, inwiefern sich die Ergebnisse aufeinander übertragen lassen. Die Untersuchung der Abscheidung soll mit definiert geladenen und ungeladenen Partikeln erfolgen. Durch geschickte Wahl der Partikelgröße der Prüfaerosole lassen sich verschiedene elektrostatische Abscheidemechanismen (Elektrophorese und Dielektrophorese) voneinander separieren. Die Untersuchungen erfolgen bei variabler relativer Luftfeuchtigkeit, um den Einfluss auf die Partikelabscheidung zu untersuchen. Besonderes Augenmerk liegt auf der Frage, ob die in der Literatur beobachtete schlechtere Abscheidung bei höherer Luftfeuchtigkeit reversibel oder irreversibel ist. Um die Alterungseigenschaften zu untersuchen, wurden im Rahmen des Projektes zunächst Elektretfilter für Raumluftreiniger definiert mit Zigarettenrauch gealtert. Wie Abb. 3-8 zeigt, nimmt die Reinigungsleistung mit zunehmender Beladung stark ab.

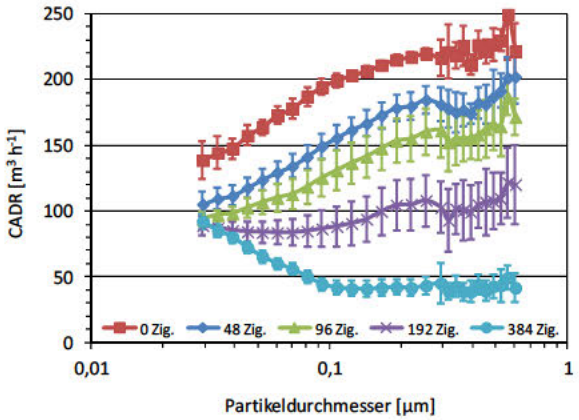


Abb. 3-8: Partikelgrößenabhängige Reinigungsleistung eines Raumluftreinigers mit eingesetztem Elektretfilter vor und nach Alterung mit der angegebenen Zahl an Zigaretten.

Aufgetragen ist die Clean Air Delivery Rate (CADR), die im Wesentlichen proportional zur Filtereffizienz ist. Da der Beitrag der elektrostatischen Abscheidung zur Gesamtabscheidung stark von der Partikelgröße abhängt, weist auch die Abnahme der Reinigungsleistung eine starke Partikelgrößenabhängigkeit auf. Im weiteren Projektverlauf ist die definierte Alterung mit positiv oder negativ geladenen Partikeln sowie neutralen Partikeln mit unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten vorgesehen, um Effekte wie Ladungskompensation oder elektrostatische Abschirmung zu untersuchen. Zudem wird die Langzeitstabilität der Elektretwirkung unter verschiedenen Lagerungsbedingungen untersucht. Zusätzlich zu den experimentellen Arbeiten werden numerische Simulationen durchgeführt, die es erlauben, die Partikelabscheidung auf der Mikroskala 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. Ein Beispiel für ein solches Simulationsmodell ist in Abb. 3-9 gezeigt. Die Faserladungsvertei-

lung soll durch Lokalisierung elektrostatisch abgeschiedener Partikel auf den Fasern mit bildgebenden Verfahren bestimmt werden.

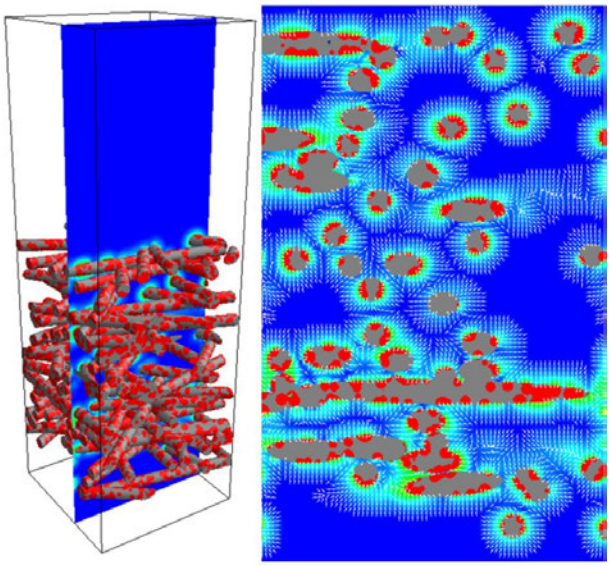


Abb. 3-9: Fasermodell mit rot markierten geladenen Bereichen. Der Schnitt zeigt die Feldlinien um die Fasern. Die lokale Feldstärke ist farbig hinterlegt (Quelle: TU Kaiserslautern).

Besonders für die Dielektrophorese, die von der Stärke des Feldgradienten abhängt, sind erhebliche Unterschiede für verschiedene Ladungskonfigurationen zu erwarten. Zudem wird versucht, den Ladungszustand durch Messung des Oberflächenpotenzials näher zu charakterisieren. Basierend auf diesen Daten werden das elektrische Feld im Filtermedium und die Abscheidung unter Berücksichtigung aller relevanten Transportmechanismen berechnet. Ziel der Simulationen ist es, nach entsprechender Validierung durch Vergleich mit experimentellen Daten, zuverlässige Vorhersagen zur Filterqualität in Abhängigkeit der Auslegungsparameter machen zu können, ohne Experimente heranziehen zu müssen.

Danksagung:

Das IGF-Vorhaben 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

Forschungsnetzwerk Mittelstand

Expositionsbestimmung gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien mithilfe von personengetragenen Messgeräten

Eine wesentliche Voraussetzung zur Bewertung der potentiell von Nanomaterialien ausgehenden Gesundheitsgefahren an Arbeitsplätzen ist die Ermittlung personenbezogener Expositionsdaten im Rahmen epidemiologischer Studien. Die Entwicklung personengebundener Messgeräte und Sammler für Nanomaterialien wurde allerdings erst in den letzten Jahren vorangetrieben. Deren systematische Überprüfung in Feldstudien und Validierung stand aber noch aus. Ein Fokus des Projektes nanoIndEx (Assessment of individual exposure to manufactured nanomaterials by means of personal monitors and samplers), das Ende Mai 2016 abgeschlossen wurde, lag daher auf der Untersuchung der Funktionalität und Anwendbarkeit personengebundener Expositionsmesstechnik. Hierzu wurden verschiedene personengebundene Monitore und Sammelsysteme im Labor, in Ringversuchen und bei Feldmessungen untersucht. Neben dem IUTA gehörten dem Projektkonsortium die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin, das Institut für Gefahrstoffforschung (IGF) in Bochum, das Institute of Occupational Medicine (IOM) in Edinburgh, die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) in Windisch, die Catholic University of the Sacred Heart in Rom

sowie die Commission à l'Energie Atomique (CEA) in Grenoble an. Das Projekt wurde im Rahmen des SIINN Eranet von den jeweiligen nationalen Fördergeldgebern (in Deutschland BMBF) gefördert.

Die Ergebnisse der Labor- und Felduntersuchungen zeigten, dass die derzeit kommerziell erhältlichen Mess- und Sammelgeräte alle robust und für den Feldeinsatz geeignet sind. Zwar ist die Genauigkeit und Präzision dieser Geräte mit zu erwartenden Abweichungen von bis zu ca. ± 30 % (Todea et al., 2015; Fonseca et al., 2016; Asbach et al. 2017a) niedriger als bei den etablierten und wesentlich größeren Geräten, kann aber für den avisierten Einsatzzweck als ausreichend angesehen werden. Im Rahmen des Projektes wurde zudem untersucht, inwieweit das Tragen der Messgeräte bei der personengebundenen Expositionsmessung einen Einfluss auf das Messergebnis hat. Hierzu befanden sich zwei Probanden mit jeweils zwei identischen personengebundenen Monitoren ausgestattet in einer Kammer, die homogen mit einem Kochsalzaerosol durchströmt wurde (die Zustimmung der Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum zu diesen Versuchen liegt vor). Während der Messung arbeiteten die Probanden wiederholt denselben Aktivitätszyklus ab, um zu untersuchen, ob Hand- bzw. Armbewegungen, bzw. Relativgeschwindigkeiten beim Gehen zwischen dem Aerosol und dem Probenahmeeinlass zu einer Verfälschung des Messergebnisses führen.

Wie in Abb. 3-10 zu erkennen, konnte anhand dieser Versuche gezeigt werden, dass ein solcher Einfluss nicht vorliegt. Die Ergebnisse während des Gehens zeigten zwar eine etwas höhere Streuung als beim ruhigen Sitzen, die mittleren Konzentrationen stimmten aber weiterhin gut überein. Die Ergebnisse wurden mittlerweile in der Zeitschrift *Environmental Science: Nano* publiziert. Unter Zuhilfenahme der Erkenntnisse aus den intensiven Laboruntersuchung zu Möglichkeiten und Grenzen der personengetragenen Messtechnik wurde im weiteren Projektverlauf von den Projektpartnern eine Vielzahl von Expositionsmessungen an Arbeitsplätzen durchgeführt, an denen Nanomaterialien hergestellt oder verwendet werden.

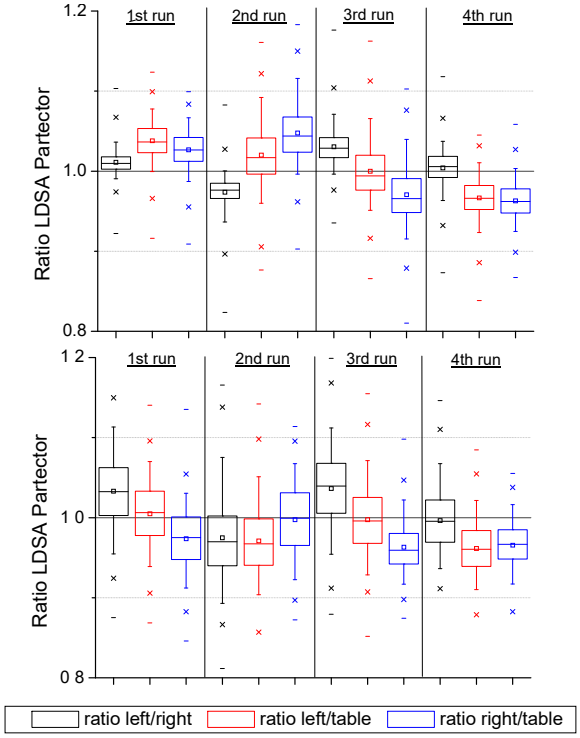


Abb. 3-10: Verhältnis der links und rechts im Atembereich eines Probanden sowie mit einem dritten Gerät stationär gemessenen lungendeponierbaren Oberflächenkonzentrationen; oben: Sitzen, unten: Gehen (aus Asbach et al., 2017b)

Dabei zeigte sich sehr deutlich, dass insbesondere bei örtlich gefassten Partikelquellen starke räumliche Konzentrationsgradienten auftreten können, sodass sich die Exposition tatsächlich nur mit personengebundener Messtechnik erfassen lässt. Weiterhin verdeutlichten die Feldmessungen, dass in den meisten Fällen die Kombination eines direktanzeigenden Monitors und eines Partikelsammlers für die anschließende z. B. chemische oder gravimetrische Analyse sehr sinnvoll ist, da die Monitore direkte Hinweise auf eine mögliche Exposition geben, während die Analyse der gesammelten Staubproben Aufschluss über das tatsächliche Vorhandensein des Nanomaterials liefert (Asbach et al., 2017c). Sämtliche

erhobenen Expositionsdaten wurden in die internationale Expositionsdatenbank NECID eingepflegt.

Das Projekt endete im Mai mit einem zweitägigen internationalen Workshop mit ca. 50 Teilnehmern bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin. Die als Guidance Document bezeichnete Broschüre, welche die wesentlichen Projektergebnisse auf knapp 50 Seiten zusammenfasst, ist über die Projektwebsite (www.nanoindex.eu) kostenfrei abrufbar. Insgesamt wurden im Rahmen des Projektes (bisher) zwölf Artikel in internationalen Fachzeitschriften und zwei Buchkapitel publiziert und über 70 Vorträge und Poster auf nationalen und internationalen Tagungen präsentiert.

Literatur:

C. Asbach, A. Schmitz, F. Schmidt, C. Monz, A.M. Todea (2017a): Intercomparison of a personal and different conventional CPCs, *Aerosol and Air Quality Research, DOI: 10.4209/aaqr.2016.10.0460 (im Druck)*

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

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

A.S. Fonseca, M. Viana, N. Perez, A. Alastuey, X. Querol, H. Kaminski, A.M. Todea, C. Monz, C. Asbach (2016): Intercomparison of a portable and two stationary mobility particle sizers for nanoscale aerosol measurements, *Aerosol Science & Technology* **50:** 653-668

A.M. Todea, S. Beckmann, H. Kaminski, C. Asbach (2015): Accuracy of electrical aerosol sensors measuring lung deposited surface area, *Journal of Aerosol Science* **89**: 96-109

Danksagung:

Das Forschungsprojekt FKZ 03X0127A wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Forschungsprogramms Eranet SIINN gefördert.

GEFÖRDERT VOM

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-Ditert-butyl-4-methylphenol, Triallat und 2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat [EU/495/2015].

In verschiedenen Projekten, u. a. 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 Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) 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.

DBU-Projekt „Weitergehende Abwasserreinigung mithilfe der Aktivkoks-Festbettbiologie und UV-Oxidation: Teil II“

Mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurden verbindliche und einheitliche Ziele festgelegt, um einen guten chemischen und biologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Elimination von organischen Spurenstoffen wie z. B. Arzneimittelwirkstoffen und Industriechemikalien erfolgt in konventionellen Kläranlagen jedoch nur unzureichend. Kläranlagen-Abläufe stellen somit Punktquellen für den Eintrag dieser Spurenstoffe in die Oberflächengewässer dar.

Zur Reduktion von organischen Spurenstoffen aus Kläranlagenabläufen gibt es verschiedene Ansätze, die sich in oxidative und adsorptive Verfahren unterteilen lassen. Da bei adsorptiven Verfahren die Stoffe an das Filtermedium angelagert werden, erfolgt die eigentliche Entfernung aus dem Wasserkreislauf durch Austausch oder Regeneration der Medien. Ein möglicher Ansatz, um diesem Problem entgegenzuwirken, ist die Verwendung eines Aktivkoks-Festbett-Bioreaktors (AKFBB). Aktivkoks (AK) ist geringer aktiviert und besitzt im Vergleich zu Aktivkohle eine gröbere Struktur. Dies begünstigt die Anlagerung und Immobilisierung von Bakterien und Mikroorganismen und folglich die Bildung eines Biofilms (bei Erhalt einer gewissen Adsorptionsfähigkeit für organische Verunreinigungen). Ein adsorptiv unterstützter biologischer Abbau der organischen Spurenstoffe sollte somit möglich sein. Zu Desinfektionszwecken wurde der AKFBB eine UV-Behandlung nachgeschaltet.

Die Projektbearbeitung teilte sich auf zwei Phasen auf. Neben dem Nachweis eines Abbaus der Mikroschadstoffe durch den AKFBB konnten bereits in der ersten Projektphase Inzidien für den biologischen Abbau der Mikroschadstoffe durch den parallelen Betrieb eines mit inertem Material gefüllten Laborreaktors gewonnen werden.

Offen blieben allerdings Fragen des Einflusses verkürzter Verweilzeiten, der Erhöhung des Nährstoffangebotes oder der Verwendung weiterer Festbettmaterialien auf die Elimination der Mikroschadstoffe. Dazu wurden im Rahmen einer zweiten Projektphase (2014 – 2016) verschiedene Einstellungen der AKFBB und der nachgeschalteten UV-Behandlung systematisch analysiert und bewertet.

Eine Bewertung der erreichten Ablaufkonzentrationen ist aufgrund von fehlenden Grenzwerten für Kläranlagenabläufe schwierig. Eine Möglichkeit stellt eine Bewertung, z. B. analog zu der in NRW erfolgten Bewertung der Oberflächengewässer dar, hinsichtlich vorgeschlagener Umweltqualitätsnormen bzw. Orientierungs- oder Präventivwerte. Folgendes Bewertungsschema (Tabelle 3-3) wird dabei zugrunde gelegt. Die Verdünnung durch die Einleitung in ein Oberflächengewässer wurde nicht berücksichtigt.

Tabelle 3-3: Bewertungsschema für Oberflächengewässer

sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
< ½ UQN	½ – 1 UQN	1 – 2 UQN	2 – 4 UQN	> 4 UQN

Bei den optimalen Betriebsbedingungen der AKFBB mit einer Verweilzeit von einer Stunde im Reaktor und einer Zugabe von 10 ppm H_2O_2 zur nachgeschalteten Desinfektion konnten insgesamt gute Ablaufqualitäten des Kläranlagenablaufs hinsichtlich der Mikroschadstoffe erzielt werden. Die Ablaufkonzentrationen der Kläranlage lagen nicht oberhalb der doppelten UQN für Oberflächengewässer (siehe Tabelle 3-4).

Die Verfahrenskombination Aktivkoks-Festbett-Biologie mit nachgeschalteter UV/H_2O_2-Behandlung hat sich als ein geeignetes Verfahren zur Elimination von Spurenstoffen aus Abwasser herausgestellt.

Tabelle 3-4: Erreichte Ablaufkonzentrationen und deren Bewertung im Ablauf der AKFBB mit nachgeschalteter UV-Oxidation bei einer Verweilzeit von einer Stunde und einer Zugabe von 10 ppm H_2O_2 für ausgewählte Spurenstoffe

		1H-Benzotriazol	Carbamazepin	Claritromycin	Diclofenac	Metoprolol
Elimination AKFBB	[%]	**24**	**15**	**28**	**32**	**36**
Elimination UV/H_2O_2	[%]	**52**	**41**	**13**	**98**	**46**
Ablaufkonzentration nach UV-Behandlung	[µg/L]	**2,3**	**0,88**	**0,078**	**0,054**	**1,2**
Bewertungskriterium	[µg/L]	10	0,5	0,1	0,05	7,3

Die Implementierung in eine konventionelle Abwasserbehandlung ist einfach umzusetzen. Die ermittelten spezifischen Jahreskosten liegen bei ca. 14 ct/m³ behandelten Abwassers.

Danksagung:

Das Projekt wurde unter dem Aktenzeichen AZ 28739/02-23 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.

Multi-Bioautografie-Assay – Identifizierung und Quantifizierung hormonell-wirksamer Substanzen mittels eines hefezellbasierten Rezeptor-Bindungsassays kombiniert mit der Dünnschichtchromatografie (MBA-Assay)

Ziel dieses Projekts war die Entwicklung und Validierung eines neuartigen Multi-Bioautografie-Assays (MBA-Assay) zur Identifizierung und Quantifizierung der vier wichtigsten Klassen an hormonell-wirksamen Substanzen (Östrogene, Androgene, Glucocorticoide und Gestagene) in wässrigen Umweltproben. Der Assay kombiniert die Vorteile von hefezellbasierten Biotests für endokrine Wirkungen mit dem Trennvermögen der Dünnschichtchromatografie und stellt somit ein innovatives Messverfahren dar, das biologische und chemische Analytik kombiniert.

Um die vier Wirkgruppen nachzuweisen, wurde für jede Gruppe beim Projektpartner IPK Gatersleben eine spezifische Biokomponente generiert, die auf transgenen Hefezellen basiert und mit einem Fluoreszenz-Reporterprotein ausgestattet ist. Durch Verwendung von Fluoreszenz-Reportern mit unterschiedlicher Fluoreszenzanregung konnten die Biokomponenten sowohl einzeln als auch in kombinierter Form eingesetzt werden. Dadurch konnten die verschiedenen Klassen an hormonell-wirksamen Substanzen erstmals direkt und visuell eindeutig unterschieden werden.

Die Verknüpfung der biologischen mit der chemischen Analytik wurde durch Kombination der Biokomponenten mit der Dünnschichtchromatografie erreicht (Abb. 3-11). Mittels der MBA-Assays war es dadurch erstmals möglich, dass für eine Messprobe (bezogen auf eine Wirkgruppe) sowohl die Gesamtwirkung als Summenparameter als auch die einzelnen Stoffe, die diese Gesamtwirkung verursachen, bestimmt werden können.

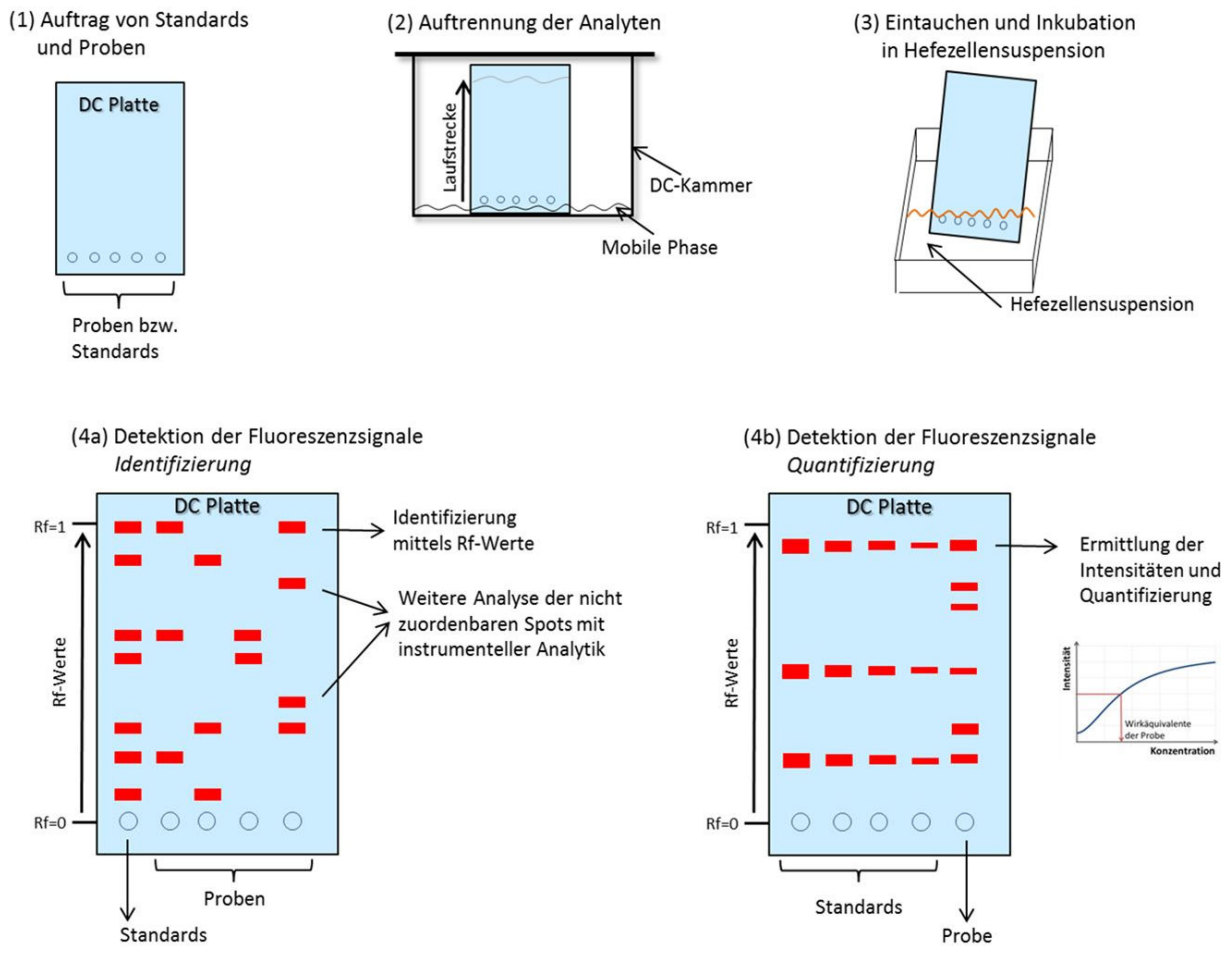


Abb. 3-11: Messablauf des MBA-Assays. (1) Proben und Standardsubstanzen werden auf die Dünnschichtchromatografie-Platte aufgetragen. (2) Chromatografische Auftrennung der Substanzen in der Dünnschichtchromatografie-Kammer. (3) Nach Trocknung der Lösemittel wird die Dünnschichtchromatografie-Platte in die Hefezellensuspension eingetaucht und inkubiert (4a und 4b). Nach Trocknung der Hefezellensuspension werden die Fluoreszenzsignale detektiert und entsprechend der Fragestellung ausgewertet.

Für die Entwicklung und Evaluierung des MBA-Assays wurden insgesamt 36 Analyten aus den Substanzklassen der Estrogene (9), Androgene (10), Progesteron (7) und Glucocorticoide (10) ausgewählt. Für jede der benannten Gruppen wurde zunächst eine eigene Trennmethode entwickelt und optimiert. Erst in einem zweiten Schritt erfolgte die Auftrennung des Gemischs, das alle 36 Analyten enthält. Für die Normalphasen-Chromatografie sind bessere Ergebnisse als bei der Umkehrphasen-Chromatografie erzielt worden. Die optimale Trennung konnte auf der LiChrospher®-HPTLC-Silica-gel-60-Phase erreicht werden. Für die Androgene und die Glucocorticoide war eine Gradiententrennung mit Acetonitril + 1 % Ameisensäure und Dichlormethan am besten geeignet, dagegen ein Gemisch aus Dichlormethan, Aceton und Cyclohexan (60:5:35) für die Trennung der Progesterone und Estrogene.

Zur Evaluation des MBA-Assays wurden Untersuchungen an verschiedenen wässrigen Realproben durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei allen untersuchten Realproben keine Effekte der Matrix auf die chromatografische Trennung zu beobachten waren.

Der entwickelte MBA-Assay ist in der Lage, im wirkungsrelevanten Bereich zu messen. Die Arbeiten werden über das Projektende hinaus im Rahmen des Monitorings von Gewässern und Kläranlagen in NRW fortgesetzt.

Danksagung:

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

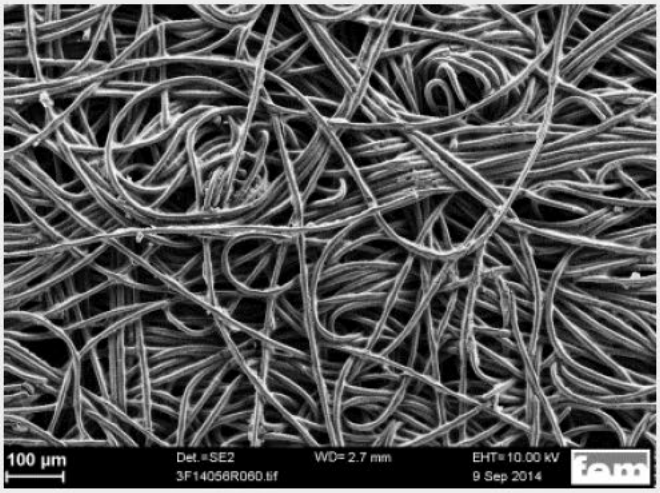
Entwicklung elektrochemisch aktiver Oberflächen zur Beladungskontrolle von AMC-Filtern (AMC-Control)

In Reinräumen ist aufgrund der steigenden Anforderungen an die Produkte die Minimierung molekularer, luftgetragener Verunreinigungen, der sogenannten Airborne Molecular Contaminations (AMC) erforderlich. Als AMC werden in der VDI-Richtlinie 2083 alle molekularen Substanzen definiert, die eine schädliche Wirkung auf das Produkt, den Prozess, die Ausrüstung oder das Personal haben können. Adsorptive bzw. chemisch-reaktive AMC-Luftfilter besitzen naturgemäß eine begrenzte Abscheidekapazität. Ein Durchbruch tritt bei Überladung bzw. Erschöpfung des Materials in der Regel zunächst unbemerkt auf und führt dann zu erheblichem Ausschuss bzw. Produktionsausfällen. Daher müssen AMC-Filter in regelmäßigen Abständen und in der Regel deutlich vor Ende der eigentlich möglichen Nutzungsdauer gewechselt werden.

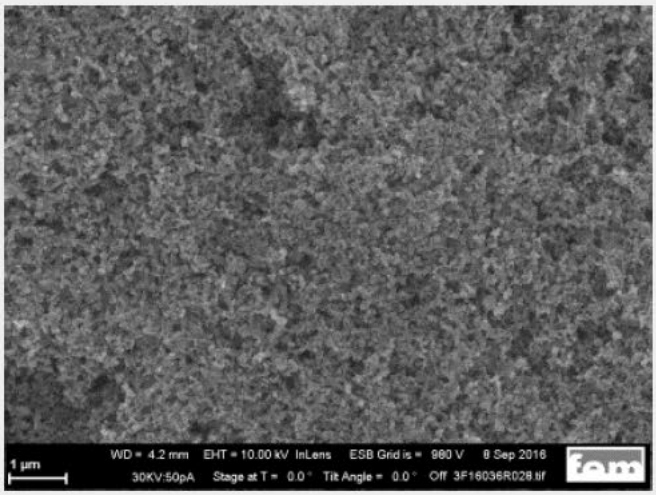
Ziel des Ende 2016 abgeschlossenen IGF-Projekts 18182 N war die Entwicklung eines zuverlässigen, kostengünstigen und wartungsfreien Online-Detektors zur Kontrolle der Beladung und damit der Restnutzungsdauer chemischer Luftfilter für diverse Reinräume. Dazu wurden neuartige Metallsysteme auf Silber- bzw. Kupferbasis mit elektrochemisch aktiven Oberflächen entwickelt. Diese wurden so optimiert, dass sie den beginnenden Durchbruch ausgewählter AMC im Luftstrom durch eine Widerstandsänderung infolge der Reaktion der AMC mit den Schichten sensitiv und selektiv anzeigen. Am IUTA wurde ein Versuchsstand mit einer Prüfkammer zur Exposition der Proben mit den unterschiedlichen AMC-Gasen aufgebaut. Dieser ermöglicht die empfindliche Messung der Widerstandsänderungen mittels der Kelvin-Methode.

Im Verlauf des Projektes wurden zunächst Versuche mit einem Gasgemisch (NO, CO, SO_2) in höheren Konzentrationen durchgeführt, um prinzipiell geeignete Sensor-Schichtsysteme auszuwählen. Mit diesen wurden dann systematische Versuche zur Optimierung der Beschichtung durchgeführt. Dabei wurden zusätzlich HCl und NH_3 als Prüfgase eingesetzt. Die Ergebnisse (s. Abb. 3-13) zeigen, dass die entwickelten Schichtsysteme prinzipiell geeignet sind, einen beginnenden Durchbruch der Schadgase zeitnah anzuzeigen. Der Detektor kann in das Filter- bzw. Luftreinigungssystem integriert werden und im Sinne eines Frühwarnsystems eine optimale Nutzung („change-on-demand“) teurer AMC-Filter und einen erheblich verbesserten Produktschutz ermöglichen.

Lichtmikroskop 5-fach



REM, 100-fach



REM, 1000-fach

Abb. 3-12: Vergrößerte Aufnahmen der Oberfläche einer flexiblen Gasdiffusionslage mit Beschichtung (H2315I2C8 von der Firma Freudenberg)

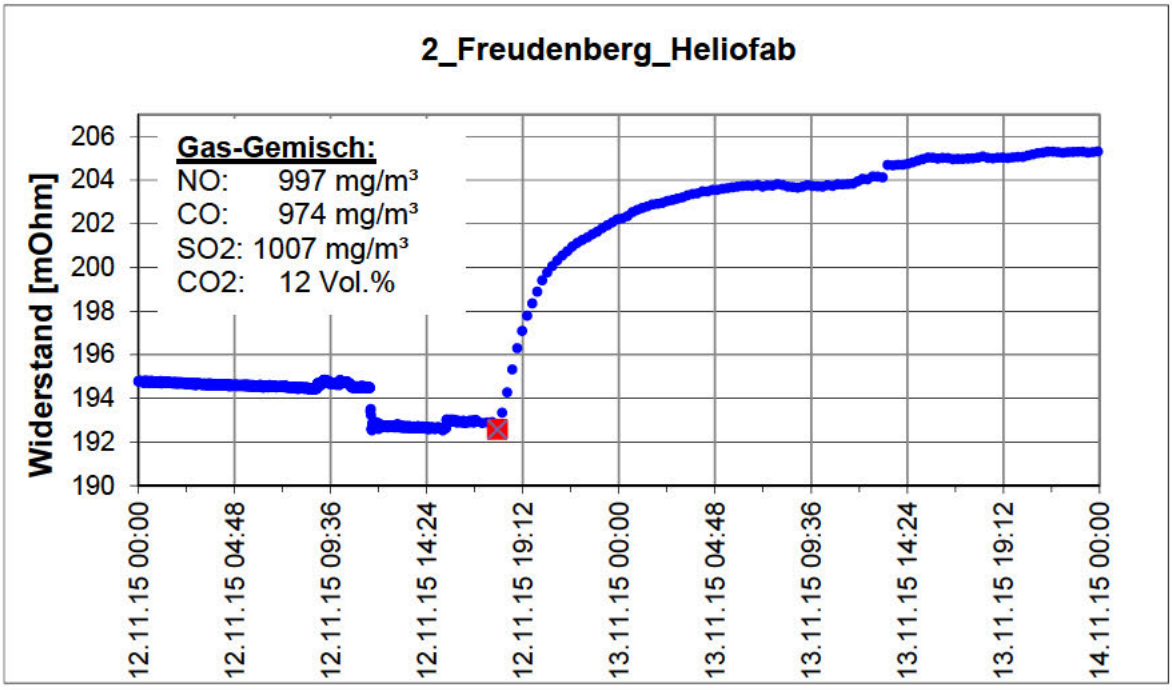


Abb. 3-13: Ergebnisse der Widerstandsmessung eines ausgewählten Systems (2_Freudenberg_Heliofab), Beginn der Gaseinleitung ist rot markiert

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18182 N 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

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 Phar-

maceutical 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.

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 Suspected-Target- und Non-Target-Analytik mittels GC-MS, LC-MSn sowie hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) angeboten.

Organisatorisch arbeitet der Bereich sehr eng mit dem Bereich *Forschungsanalytik* (Entwicklung neuer Analyse- und Detektionsverfahren) zusammen. Probenahme und anorganische Analytik erfolgen in Kooperation mit der *Messstelle* des Instituts. Im Jahr 2016 wurde im Rahmen des Überprüfungsaudits durch die DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005 erstmalig auch die flexible Akkreditierung für GC-MS und LC-MS/MS-Verfahren erhalten. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 festgelegten Umfang.

E-Liquid-Analytik

Seit Mitte 2016 bietet IUTA auch Untersuchungen von Liquids und Basen für E-Zigaretten mit einem hierfür extra angeschafften Analysensystem an. Das momentane 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 aus der Dampfphase genutzt (Emissionsmessungen). Eine Bestimmung von Aldehyden aus der flüssigen Phase ist gleichfalls möglich. Aufgrund des Mangels an klaren Richtlinien und Vorgaben seitens der EU 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

Permeationsprüfstände

- Permeationszelle
- Dachrinnentest

3.4 Gasprozesstechnik & Energiewandlung

Die Arbeiten im Bereich *Gasprozesstechnik & Energiewandlung* waren geprägt durch die Arbeitsgebiete Energiespeicherung, zukünftige Energieversorgung, Kohlendioxidabscheidung und Aufbereitung von Reststoffen. In diesen Feldern konnten im Berichtsjahr vier weitere öffentlich geförderte FuE-Vorhaben begonnen werden.

In Zusammenarbeit mit mehreren industriellen Partnern und der Universität Duisburg-Essen wurde ein Verfahren zur Entölung von Schleifschlämmen und Spänen, zu dem das IUTA bereits gegen Ende der 1990er Jahre grundlegende Untersuchungen durchgeführt hat, wieder aufgenommen. Durch wesentliche Änderungen der Rahmenbedingungen und vor allem durch die zunehmende Rohstoffverknappung (insbesondere von Seltenen Erden) ist dieses Verfahren zur Aufarbeitung von Produktionsrückständen aus der Metallbearbeitung nun äußerst lukrativ.

Zur Thematik Kohlendioxidabscheidung gehört ein neu aufgenommenes Projekt, das die Entwicklung eines Membranverfahrens zur Abtrennung von Wasserdampf aus CO_2-reichen Gasen bei höheren Temperaturen zum Ziel hat. Das mit Industrie- und Forschungspartnern zu entwickelnde Verfahren soll der Aufbereitung von Biogas zu Erdgassubstitut dienen. Um Rohbiogas ins Erdgasnetz einspeisen zu können, ist es notwendig, den Methangehalt durch Entfernen von CO_2 zu erhöhen, z. B. durch die wässrige Alkanolaminwäsche. Bei der im Anschluss an die CO_2-Absorption durchzuführenden Regeneration der Waschlösung durch thermische Desorption fällt ein heißes CO_2-Wasserdampfgemisch an, welches bislang über Kondensationsprozesse getrennt wird. Statt der bisher üblichen Abtrennung durch Abkühlung und Kondensation wird der Wasseranteil hinter dem Desorber durch eine spezielle Membran bei Temperaturen bis zu 100 °C nahezu isotherm abgetrennt. Dadurch ist es möglich, den Wasserdampf aus dem feuchten CO_2 weitestgehend ohne Wärmeverlust zu separieren und damit den energetischen Wirkungsgrad spürbar zu steigern.

Der Ausbau der regenerativen Energieversorgung führt zu weiter steigenden Strompreisschwankungen. Insbesondere in stromintensiv produzierenden Unternehmen entsteht durch den Mangel an Technologien zur Energiespeicherung eine zunehmende Abhängigkeit vom Energieangebot. Um unabhängig von Strompreisschwankungen reagieren zu können und vor allem Kosten zu mindern, wird in einem laufenden Forschungsprojekt die Nutzung von Lagerbeständen als Energiespeicher untersucht. Dazu erfolgt eine Umgestaltung des Produktionsprogramms. In Zeiten niedriger Strompreise werden energieintensive Produktionsschritte ausgeführt, die entstehenden Produkte zwischengelagert und in Zeiten hoher Strompreise bedarfsgerecht abgerufen.

Auch die langjährige, erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI), Mülheim a. d. Ruhr, auf dem Gebiet der metallhydridbasierten Energiespeicherung wurde in einem weiteren Projekt fortgeführt. Hier steht die Integration eines innovativen Wasserstoffspeichers in ein Brennstoffzellensystem zu dessen Effizienzsteigerung im Fokus der Arbeiten.

Neben öffentlich geförderten Projekten wurden mehrere Entwicklungsprojekte im Industrieauftrag bearbeitet. Hervorzuheben sind die Entwicklung neuer Aminwaschmittelformulierungen zur CO_2-Abtrennung mit der Technikumsabsorptionsanlage im IUTA, die Aufbereitung und Wiederverwendung von Reststoffen sowie ein Projekt zur thermischen Behandlung von kohlenwasserstoffhaltigen Abfällen. Hier wurden die thermodynamischen Grunddaten der Umsetzung berechnet und ein erstes Konzept zur thermischen Behandlung von Kunststoffabfällen mit dem Ziel der Bildung von flüssigen

Kohlenwasserstoffen erarbeitet. Mit Beginn des Aufbaus der Anlage in 2016 wurde die industrielle Umsetzung begonnen. Das Projekt wird von IUTA auch zukünftig begleitet.

Optimiertes HT-PEM Brennstoffzellensystem durch thermische und stoffliche Kopplung mit einem neuartigen Metallhydrid-Wasserstoffspeicher – HyKoHTPEM

Zielsetzung des Vorhabens ist die Entwicklung eines reformerbetriebenen HT-PEM-Brennstoffzellen-Energiesystems, das im KWK-Betrieb flexibler – als nach dem Stand von Forschung, Entwicklung und Technik bisher verfügbar – voneinander unabhängige Wärme- und Stromlastgänge der zu versorgenden Verbraucher bedienen kann. Damit können die Verbrauchsanforderungen über das Heizenergiesystem besser abgedeckt und somit der Nutzungsgrad signifikant erhöht werden.

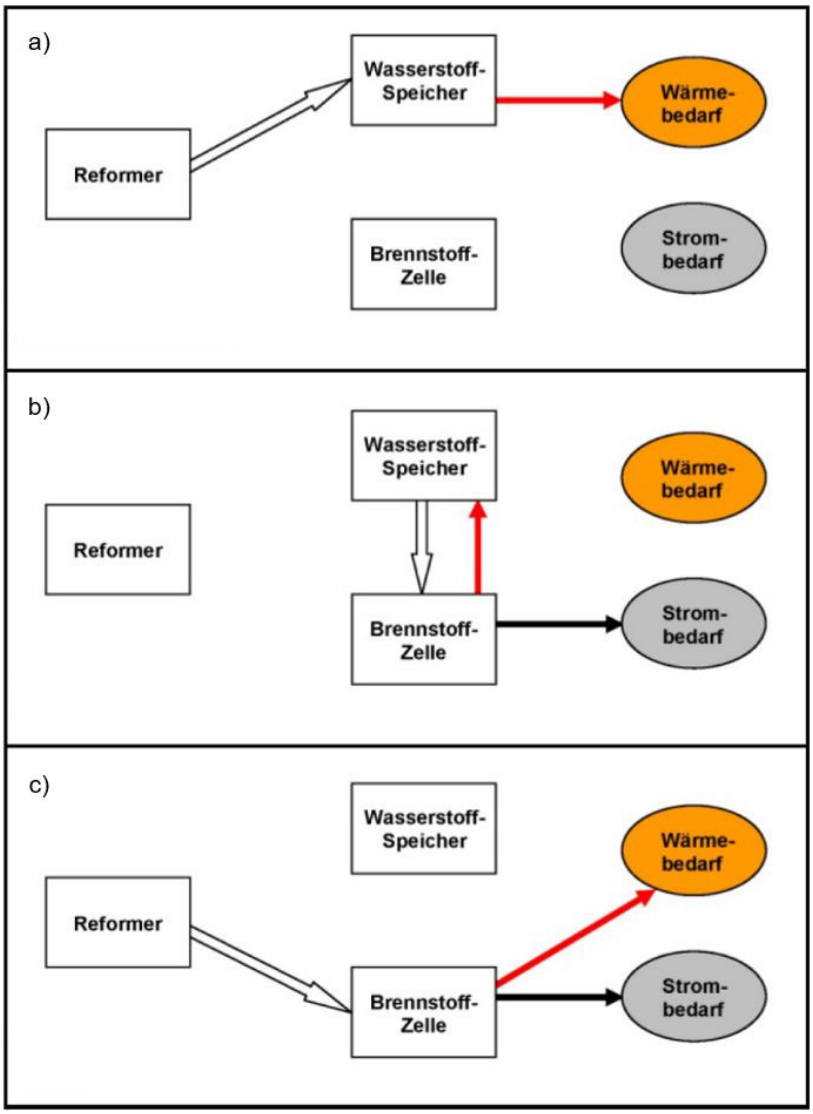


Abb. 3-14: Flexibilisierung eines brennstoffzellenbetriebenen Heizgerätes zur Deckung eines asynchronen Strom- und Wärmebedarfs

Realisiert werden soll dies durch die Integration eines neuartigen metallhydrid-basierten H_2-Speichers in ein Brennstoffzellensystem des Projektpartners FCPower GmbH. Der Speicher wurde vom IUTA und dem Projektpartner Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim

an der Ruhr, zusammen mit NRW-Unternehmen aus der Aluminiumbranche entwickelt. Er dient prinzipbedingt gleichzeitig als Wärmespeicher, da er bei der H_2-Speicherung Wärme freisetzt bzw. bei der H_2-Entnahme Wärme aufnimmt. Dabei eignet sich das Temperaturniveau der Wärme in idealer Weise zur thermischen Kopplung mit einer Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle, die Wärme auf einem ähnlichen Temperaturniveau liefert. Die Kopplung von Reformer, H_2-Speicher und Brennstoffzelle ermöglicht über entsprechende Betriebsweisen des Systems eine bedarfsgerechte Strom- und Wärmebereitstellung (siehe Abb. 3-14). Die Leistungsdaten zur Auslegung der Brennstoffzelle des Projektpartners FCPower GmbH wurden von den Projektpartnern mit den Leistungsdaten des H_2-Speichers abgestimmt und ein erster Schnittstellenplan erarbeitet (Abb. 3-15).

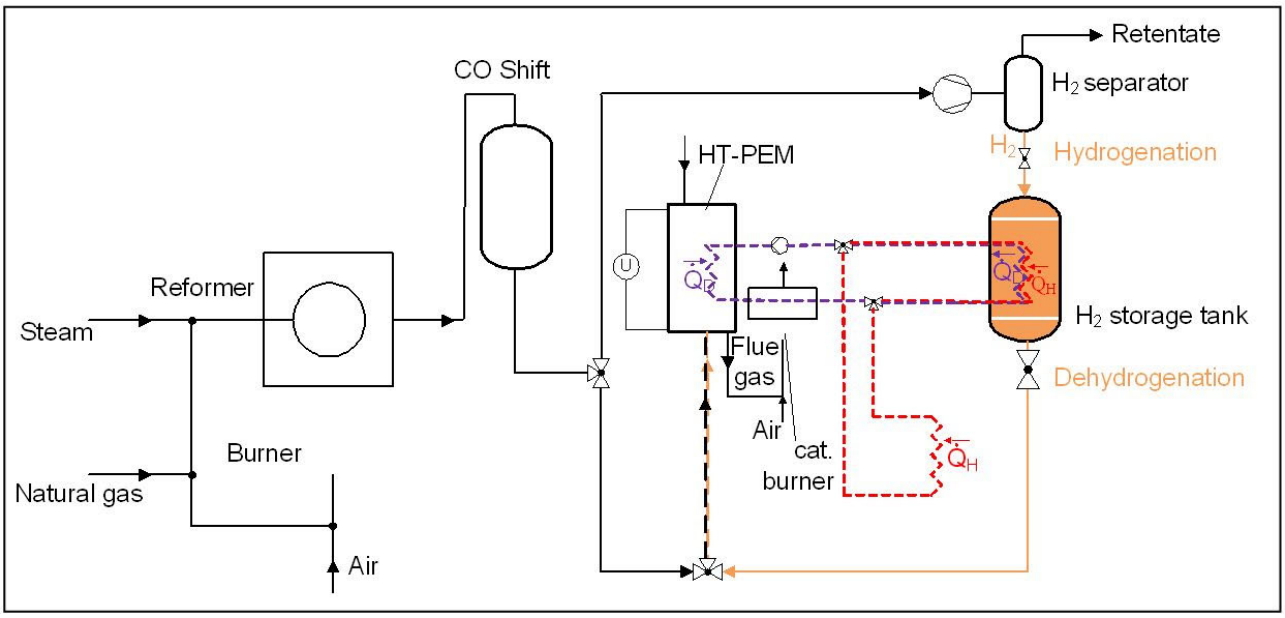


Abb. 3-15: Verschaltungsplan der systemrelevanten Komponenten im Brennstoffzellensystem

In den zunächst von den Projektpartnern parallel durchgeführten Arbeiten werden am MPI Untersuchungen an dem wärmespeichernden Metallhydrid vorgenommen und der Einfluss der Reformatgaskomponenten auf das Metallhydrid untersucht. Die FCPower GmbH entwickelt die HT-PEM-Brennstoffzelle weiter, ausgehend von einer bereits genutzten Konstruktion, die von Luftkühlung auf Thermoölkühlung umgestellt werden muss. Im weiteren Projektverlauf werden die weiterentwickelten Komponenten der Partner zusammengeführt und im Demonstrationsbetrieb getestet.

Danksagung:

Das Projekt „HT-PEM-Brennstoffzellensystem durch thermische und stoffliche Kopplung mit einem neuartigen Metallhydrid-Wasserstoffspeicher – HyKoHTPEM“ wird gefördert vom Land Nordrhein-Westfalen unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014 – 2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“.

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen

Validierung eines Vor-Ort-Schnellelutionsverfahrens

Die mobilisierbaren anorganischen Stoffanteile eines Abfalls (Feststoffs) sind von wesentlicher Bedeutung für die Festlegung eines geeigneten Verwertungs- oder Beseitigungsweges. Die Feststoffe sind dazu nach Beprobung und Probenvorbereitung nach normierten Elutionsmethoden in der Regel auf Basis von 24-stündigen Schüttelversuchen auszulaugen. Die anschließende Untersuchung der Eluate erfolgt mit den einschlägigen, parameterabhängigen Labormethoden. Eine zeitnahe Bewertung und Kontrolle der Materialien ist mit diesen Methoden nicht möglich.

Aus diesem Grund entwickelte das IUTA im Rahmen von Länderfinanzierungsprogrammvorhaben (LFP) eine aussagekräftige Schnellelutionsmethode (SEM) für mineralische Abfallmaterialien. Dieses Schnellelutionsverfahren ermöglicht es, Eluatgehalte der Metallionen (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Mo, V, Zn) bereits nach einer Elutionsdauer von etwa 30 Minuten zu erhalten.

Für die Schnellelution wurde eine kommerziell erhältliche Apparatur – ein Espressokocher – eingesetzt, die aus Edelstahl besteht und ein Füllvolumen von ungefähr 500 ml aufweist (Abb. 3-16). In der Schnellelutionsapparatur wird das Elutionsmittel Wasser erhitzt und über den entstehenden Dampf das kochende Wasser durch das zu eluierende Material gedrückt. Diese Methode wurde an mineralischen Abfällen und Böden (Korngröße < 10 mm) getestet und erprobt.

Im direkten Vergleich zur DIN EN 12457-4 hat sich ein Schnelleluat mit einer Einwaage von 90 g Abfallmaterial (Feststoff) und 450 ml Wasser bewährt, im Vergleich zur DIN EN 19529 – 90 g Abfallmaterial und 180 ml Wasser.

Die resultierenden Elementkonzentrationen der nachzuweisenden Metallionen lagen in vergleichbarer Größenordnung zu den DIN-Verfahren (Nachweis mittels ICP-MS gemäß DIN EN ISO 17294-2:2016). Aus diesem Grund ist im Rahmen der o. g. Vorhaben auch ein Manuskriptentwurf als Basis für einen DIN-Normentwurf zur Schnellelutionsmethode entstanden. Für die Weiterentwicklung zur DIN-Norm ist es notwendig, statistische Verfahrenskenndaten zu ermitteln und diese in den Entwurf zu intergieren.

Abb. 3-16: Beispiel der Apparatur zur Schnellelution

Im Rahmen eines weiteren LFP-Vorhabens organisiert das IUTA in Zusammenarbeit mit dem Institut für Baustoff-Forschung e.V. (FEhS) aus Duisburg und der QuoData GmbH aus Dresden zurzeit einen Validierungsringversuch. Von den Teilnehmern sind aus drei verschiedenen mineralischen Materialien jeweils mindestens drei Eluate mithilfe der Schnellelutionsapparatur herzustellen. Als mineralische Materialien sind eine Schlacke, ein Recyclingbaustoff und eine Hausmüllverbrennungsasche ausgewählt worden. Die Abb. 3-17 zeigt beispielhaft zwei der vorbereiteten Proben. Die Eluate werden zurzeit von den Teilnehmern hergestellt. Die Untersuchung der Eluate auf die entsprechenden Metallionen mithilfe des ICP-MS erfolgt durch ein separat beauftragtes Analysenlabor. Durch diese Vorgehensweise können systembehaftete Fehler egalisiert werden.

Die Ergebnisse werden mit statistischen Methoden gemäß DIN ISO 5725 Teil 2 und Teil 3 ausgewertet, wobei die Daten zuvor von Ausreißern zu bereinigen sind.

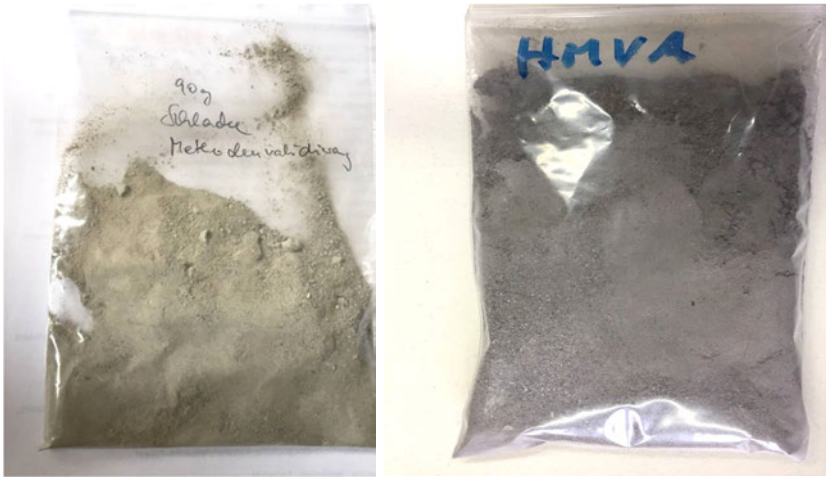


Abb. 3-17: Vorbereitete Feststoffproben für den Vorhomogenitätstest (beispielhaft Schlacke und HMVA) mit einer Materialkörnung 0/10 mm

Diese Daten werden in einem Bericht zusammengefasst, der über die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) in den Entwurf der DIN Norm 19902 für das Schnelleluat einfließen wird.

Danksagung:

Die Forschungsarbeiten werden aus Mitteln des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall finanziert und sollen Ende Mai 2017 abgeschlossen sein.

LAGA
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

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. 3-18). 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. 3-18: Technikums-Anlage zur Herstellung hochspezifischer Nanopartikel

Neben einer grundlegenden physikalisch-chemischen Charakterisierung (z. B. mittels Rasterelektronenmikroskopie) steht weiterhin 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 bzgl. ihres möglichen Verhaltens und Verbleibs in der Umwelt (z. B. mittels Bodensäulenversuche) sowie in enger Kooperation mit Partnern bzgl. ihres möglichen gesundheitsschädigenden Aspektes hin untersucht werden. Eine derartige Erfassung und Beurteilung ist neben Nanomaterialien ebenso für Umweltpartikel (PM_x) in der Außen- und Innenraumluft durchführbar.

Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab

Ziel des IUTA-Teilprojektes „Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab“ innerhalb der DFG-Forschergruppe FOR 2284: „Modellbasierte skalierbare Gasphasensynthese komplexer Nanopartikel“ ist einerseits die Übertragung der Untersuchungs- und Synthesemethoden vom Labormaßstab in den Pilotmaßstab, und andererseits die Validierung der (auf Basis von Laboruntersuchungen entwikkelten) Modelle zur Beschreibung der Partikelsynthese. Im Fokus steht dabei die Synthese einphasiger, sphärischer und weitgehend nicht-aggregierter Silizium- und Eisenoxid-Nanopartikel. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Langzeitstabilität des verfahrenstechnischen Prozesses bei gleichbleibender Produktqualität und erhöhtem Durchsatz sowohl im Flammen- als auch im Plasmareaktor. Das im Technikumsmaßstab hergestellte Produkt soll die gleichen Eigenschaften und gleiche Qualität aufweisen wie die vergleichbaren Basis-Materialien aus dem Labormaßstab. Hintergrund des Projektes ist unter anderem die Qualität der Nanopartikel, die derzeit in industriellen Gasphasenprozessen hergestellt werden. Bislang zeichnen sie sich weder durch eine hohe Spezifität und Homogenität der Partikel-Morphologie noch durch diversifizierbare Materialeigenschaften aus. Industrielle Prozesse sind im Wesentlichen auf Funktionalität und Stabilität ausgelegt, eine Veränderung des laufenden Prozesses mit ungewissem Verbesserungspotenzial wird als riskant bewertet. In Pilotanlagen im Technikumsmaßstab besteht hingegen die Möglichkeit, mit Unterstützung von Simulation, Messung und Laborversuch, Prozessparameter gezielt zu verändern und damit Partikeleigenschaften zu modifizieren. Dafür ist eine enge iterative Abstimmung von Simulation und Experiment unabdingbar. An dieser Stelle setzt das Teilprojekt an: Die Übertragung der Ergebnisse aus der Grundlagenforschung in den Technikumsmaßstab als Brücke zwischen den Laborergebnissen auf der einen Seite und der industriellen Anwendung auf der anderen Seite.

Eine direkte „proportionale“ Skalierung der Prozesse aus dem Labormaßstab ist jedoch im allgemeinen nicht möglich, da die prozessbestimmenden Ähnlichkeitsparameter in aller Regel nicht eingehalten werden können. Die Strömungsform, thermische Bedingungen und die Verweilzeiten – Faktoren, die einen Einfluss auf die Produktqualität haben – ändern sich in unterschiedlicher Weise. Materialverbesserungen oder Neuentwicklungen auf Basis evolutionärer und iterativer Prozessentwicklungen werden zusehends schwieriger. So besteht ein wachsender Bedarf an einer wissensbasierten Modellierung und Auslegung für die Entwicklung, Optimierung und Skalierung von Anlagen bis in den Produktionsmaßstab. Dieses Vorgehen ist in vielen Bereichen der Verfahrenstechnik Standard, wird aber auf Grund der Komplexität und der miteinander vernetzten Prozesse bei der Gasphasensynthese komplexer Nanomaterialien bisher nicht eingesetzt.

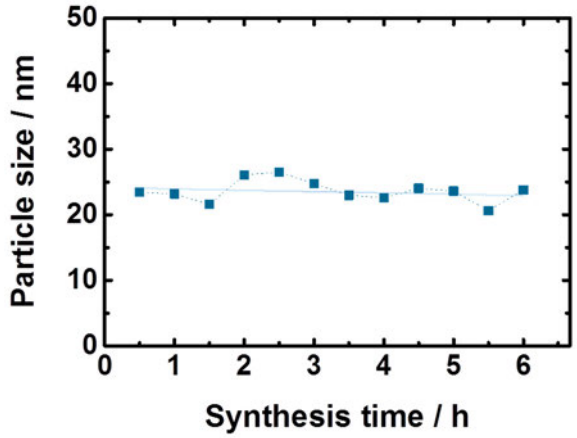


Abb. 3-19: Langzeitsynthese von Silizium-Nanopartikeln im Plasmareaktor

Im Rahmen des Projektes erfolgte – in Kooperation mit anderen Teilprojekten – die Auslegung und Fertigung einer optimierten Düse für den Plasmareaktor. Der Betrieb des Reaktors mit dieser neuen Düse ermöglicht nun erstmals eine kontinuierliche Partikelsynthese über

mehrere Stunden hinweg bei gleichbleibender Qualität (siehe Abb. 3-19). Mittels CFD-Berechnungen können u. a. Gasflüsse und Strömungsverläufe innerhalb des Reaktors simuliert werden, sofern Daten für die Randbedingungen vorliegen. Diese Simulation erlaubt eine Vorhersage über den Einfluss der Prozessbedingungen auf die Partikel-Eigenschaften. Eine Verbesserung der Simulation sollte durch den Vergleich zwischen Berechnung und Messung erfolgen (Abb. 3-20).

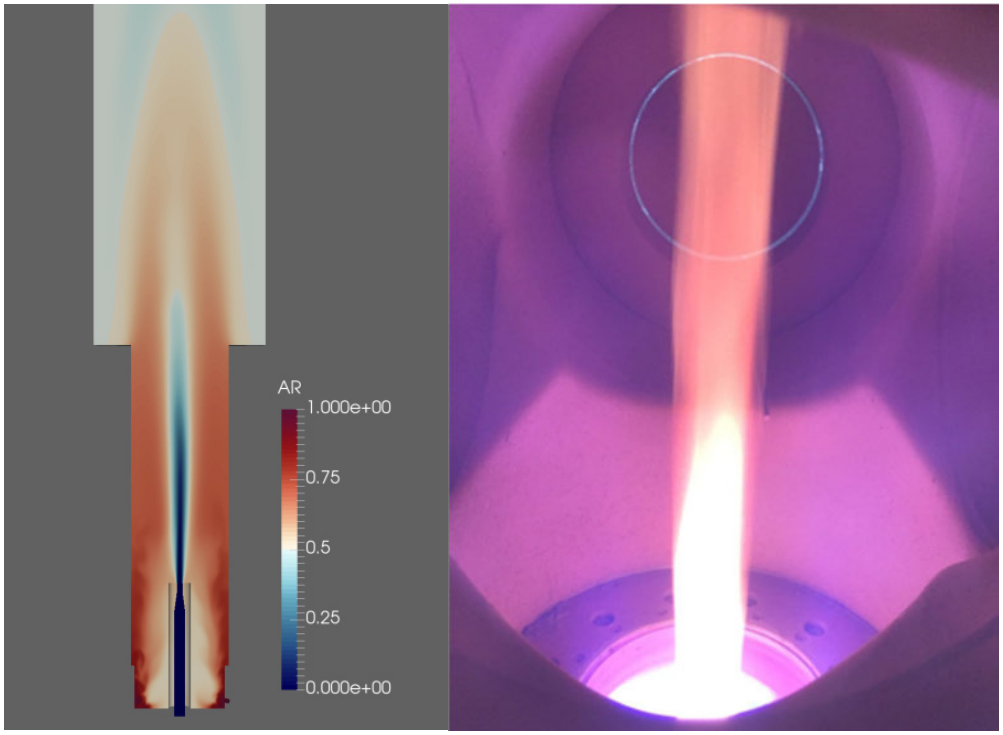


Abb. 3-20: links: Simulation einer Plasma-Fackel, rechts: Kamera-Aufnahme einer Plasma-Fackel

Unerlässlich für die Vergleichbarkeit von Labor- und Technikumsmaterial ist die Ermittlung des Einflusses verschiedener Prozessparameter wie Druck und Volumenstrom auf Partikelgröße und -morphologie. Zur Beobachtung des Partikelwachstums wurde eine thermophoretische Probenentnahme konstruiert und umgesetzt, die das Entnehmen der gebildeten Partikel in verschiedenen Höhen über der Düse im laufenden Prozess ermöglicht.

Abb. 3-21 zeigt TEM-Aufnahmen von Silizium-Nanopartikeln, die bei unterschiedlichen Drücken (20 bzw. 100 mbar) hergestellt wurden. Die Partikel aus beiden Versuchsreihen sind erkennbar sphärisch und bilden nur weiche Agglomerate. Die geringere Verweilzeit, die durch den kleineren Druck von 20 mbar bedingt wird, führt zu deutlich kleineren Partikeln. Die Größenverteilung der Partikel bei den verschiedenen Drücken ist in Abb. 3-22 dargestellt. Die Partikel, die bei 20 mbar hergestellt wurden, weisen einen CMD von 28,1 nm auf, die aus der Produktion mit 100 mbar einen CMD von 62,3 nm bei einer generell breiteren Größenverteilung. Ein weiterer wichtiger Parameter zur Veränderung der Partikel-Eigenschaften ist die Austrittsgeschwindigkeit an der inneren Düse. Diese beeinflusst signifikant die Verweilzeit und ermöglicht eine gezielte Herstellung von Silizium-Nanopartikeln mit einer spezifischen Größe (Abb. 3-23, Abb. 3-24). Es konnte gezeigt werden, dass Partikel zwischen 17 und 95 nm herstellbar sind.

Auch die Silan-Konzentration spielt eine wichtige Rolle für die Beeinflussung der Partikel-Eigenschaften. Hierbei wird weniger die Primärpartikelgröße, dafür aber stärker der Agglomerationsgrad der Partikel verändert (Abb. 3-25).

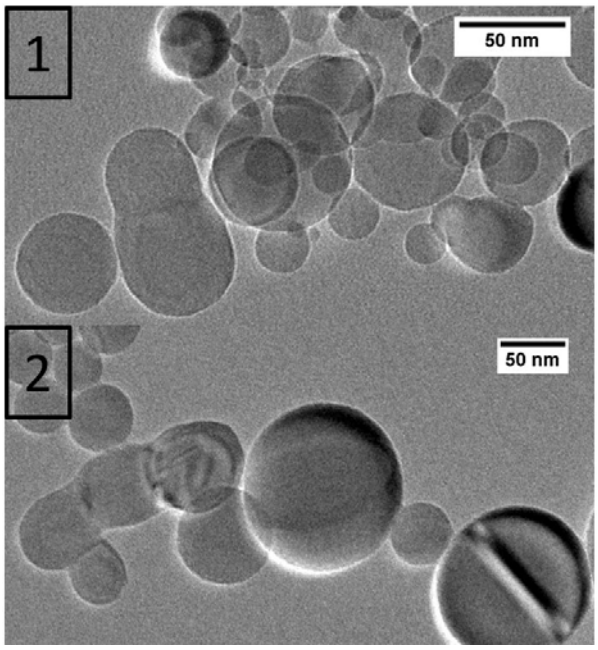


Abb. 3-21: TEM-Aufnahmen der hergestellten Partikel

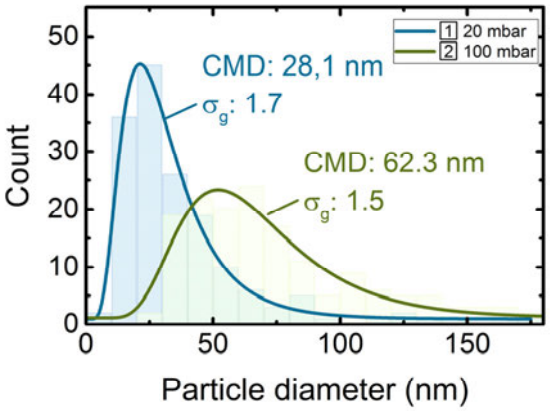
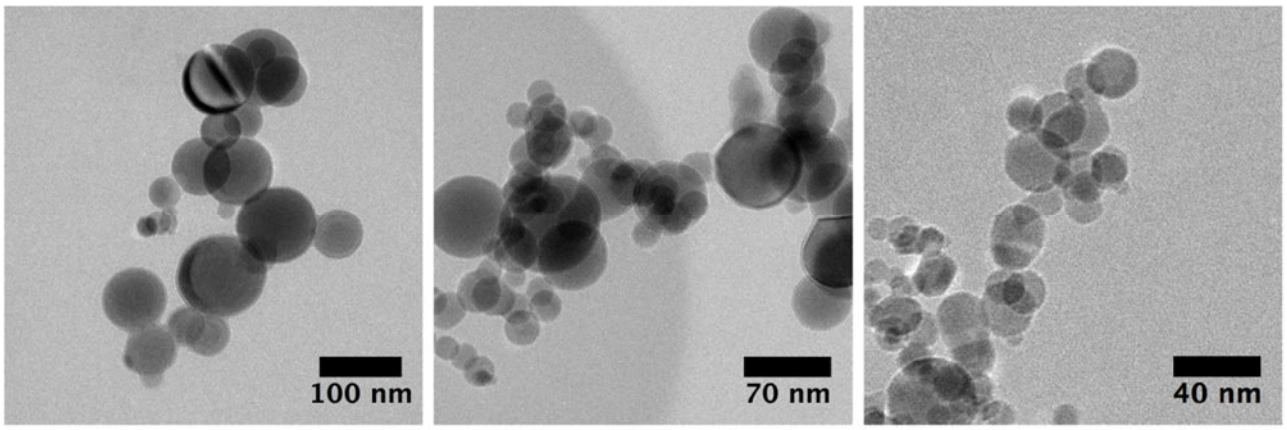


Abb. 3-22: Größenverteilung der Silizium-Nanopartikel



23 m/s 92,5 m/s 138,7 m/s

Abb. 3-23: TEM-Aufnahmen von Silizium-Nanopartikeln bei verschiedenen Austrittsgeschwindigkeiten

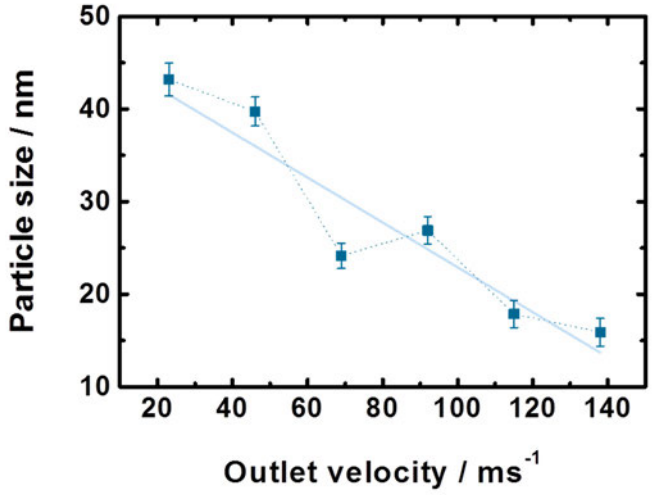
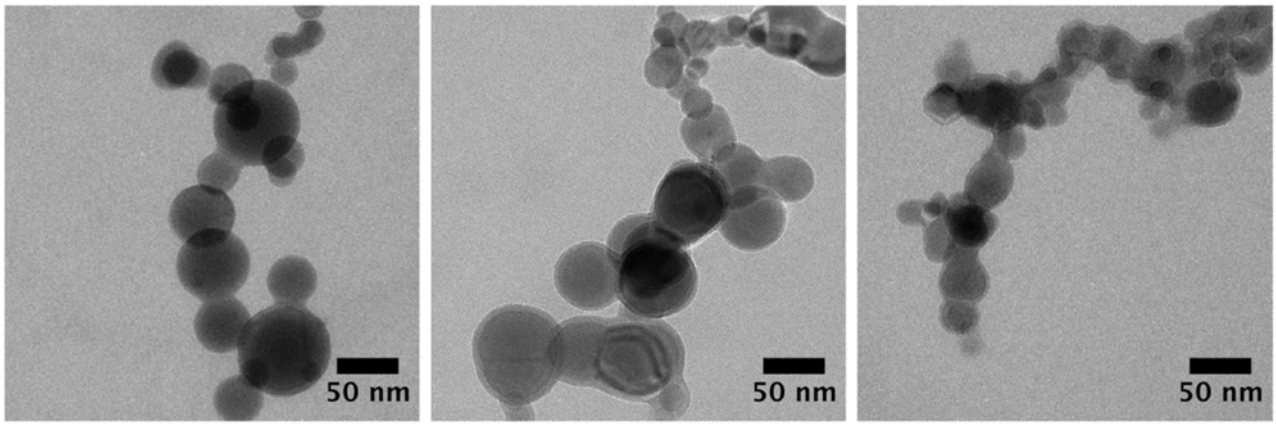


Abb. 3-24: Einfluss der Austrittsgeschwindigkeit der inneren Düse auf die Größe der Partikel (Durchmesser berechnet aus der spezifischen Oberfläche [BET])



14 % 29 % 45 %

Abb. 3-25: Agglomerationsgrad von Silizium-Nanopartikeln bei verschiedenen Silan-Konzentrationen

Steigerung der photokatalytischen Aktivität von dünnen Schichten durch mehrfach dotierte Nanomaterialien

Titandioxid (TiO_2), ein ungiftiges Metalloxid, ist in seiner polymorphen Kristallmodifikation Anatas (im Unterschied zum Rutil) ein ausgezeichneter Photokatalysator zum Abbau von Schadstoffen in der Luft sowie in wässrigen Medien. Es ist insbesondere geeignet für die Zersetzung von organischen Luftschadstoffen und Stickoxiden, sofern nutzbares UV-Licht mit ausreichend hoher Intensität zur Verfügung steht. Da TiO_2 im reinen Zustand aufgrund seiner großen Bandlücke von 3,2 eV nur durch Licht mit einer Wellenlänge kleiner 380 nm angeregt werden kann, reduziert sich der Anteil des für die Photokatalyse nutzbaren Lichts im Außenbereich auf ~7 %. Eine Dotierung des Titandioxids zur Erweiterung des nutzbaren Lichtspektrums ermöglicht die Verschiebung des Absorptionsspektrums in den sichtbaren Spektralbereich, führt aber häufig aufgrund einer zu geringen Dotierstoffkonzentration oder einer zu geringen Energie des durch Lichteinstrahlung erzeugten Elektron-Loch-Paares (Exziton) zu einer Verringerung der Aktivität des Materials.

Ziel dieses FuE-Projektes ist die Entwicklung einer titandioxid-basierten, photokatalytischen Beschichtung, die bevorzugt für den Einsatz im

Innenbereich unter schwierigen Lichtverhältnissen (< 100 Lux) geeignet ist. Die Herausforderungen sind dabei: hohe Aktivität und Absorption im sichtbaren Spektralbereich, große reaktive Oberfläche und gute Haftfähigkeit auf variablen Untergründen. Dazu nötig ist eine verkleinerte Bandlücke des TiO_2-Zielmaterials zur Vergrößerung des absorbierten Lichtanteils des sichtbaren Spektralbereichs. Daher wird ein Synthesekonzept erarbeitet, bei dem gezielt stickstoffdotierte TiO_2-Partikel durch eine H_2-Nachbehandlung mit aktiven Zentren ausgestattet werden. Untersuchungsgegenstand ist auch die Überführung der neuen Materialien unter Zugabe von verschiedenen polymeren Additiven in stabile Dispersionen mittels unterschiedlicher Dispergiertechniken. Die daraus neu entwickelten Beschichtungen bilden insbesondere nach Zersetzung der polymeren Additive und Bildung eines Partikelnetzwerkes mit hoher Zugänglichkeit bei ausreichender mechanischer Stabilität und Untergrundhaftung eine hohe photokatalytische Aktivität der Oberfläche aus.

Im Rahmen des Projektes wurden bereits erste Referenz-Materialien hergestellt, wozu zunächst umfangreiche Änderungen am Reaktorsystem vorgenommen werden mussten, um die Synthesen zu ermöglichen.

Es wurde kommerzielles Material (P25) der Firma Evonik und Material aus dem IUTA-Syntheseprozess verglichen. Beide Materialien wurden hinsichtlich Ihrer Morphologie mittels BET untersucht und die Oberflächeneigenschaften durch Fourier-Transform-Infrarotspektrometrie bestimmt. Einerseits wurden die Ausgangsmaterialien (as-prepared) untersucht, und andererseits thermisch nachbehandeltes Material.

Die spezifische Oberfläche des P25 beträgt vor der Behandlung unter H_2 55 m^2/g und danach 50 m^2/g. IUTA-Material besitzt eine spezifische Oberfläche von 78 m^2/g vor bzw. 63 m^2/g nach der Behandlung. Die Partikelgröße ist antiproportional zur spezifischen Oberfläche. Dementsprechend ergeben sich rechnerische Partikelgrößen unter der Annahme von sphärischen Einzelpartikeln von P25 (unbehandelt/thermisch) von 28 nm bzw. 31 nm und für IUTA-TiO_2 (unbehandelt/thermisch) von 19 nm bzw. 24 nm. Die FTIR-Analysen belegen den Einfluss der thermischen Behandlung derzeit nicht (siehe Abb. 3-26).

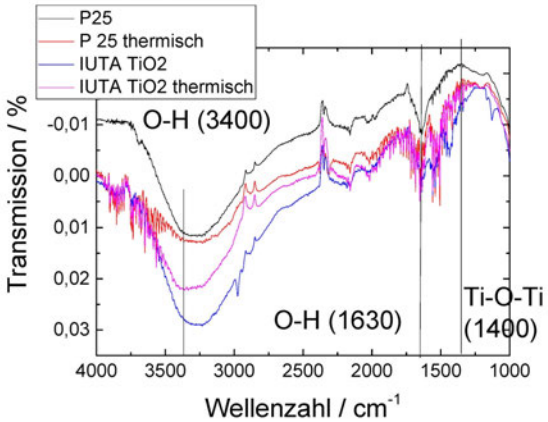


Abb. 3-26: FTIR-Analysen an unbehandeltem und thermisch behandeltem P25 bzw. IUTA-TiO_2

Die hergestellten und thermisch behandelten Materialien wurden mittels Ultraschallsonotrode in wässrige Lösung dispergiert und mittels dynamischer Lichtstreuung direkt nach der Ultraschallbehandlung hinsichtlich der Agglomeratgrößen in der Lösung charakterisiert. Dabei werden mehrere Eigenschaften deutlich (siehe Abb. 3-27).

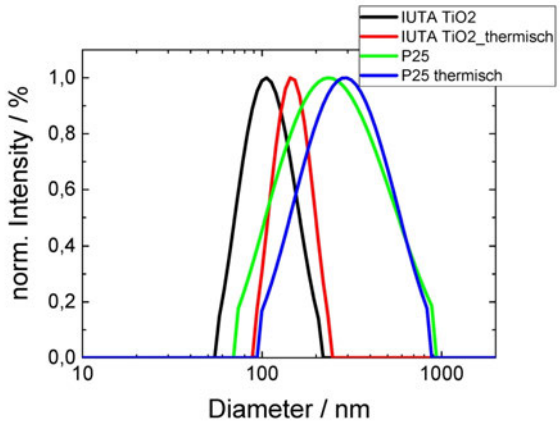


Abb. 3-27: DLS-Analysen an unbehandeltem und thermisch behandeltem P25 bzw. IUTA-TiO_2

Unbehandeltes kommerzielles P25 besitzt im Vergleich zu unbehandeltem IUTA-Material eine deutlich breitere Größenverteilung in der

wässrigen Lösung, wobei die mittlere Größe des P25 bei rund 300 nm liegt, während IUTA-Material einen Wert von ca. 90 nm besitzt. In beiden Fällen steigt der mittlere Durchmesser des Materials durch die thermische Nachbehandlung an. Dieser Effekt steht in guter Übereinstimmung mit dem Partikelwachstum (nach BET) durch die thermische Nachbehandlung. Ebenfalls ist bei beiden Materialsystemen eine Verringerung der Verteilungsbreite auffällig.

Danksagung:

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

3.6 Ressourcen & Recyclingtechnik

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

Entsorgungszentrum

Seit 25 Jahren betreibt das IUTA ein Entsorgungszentrum, welches nach 4. BImSchV zugelassen 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.

Der Bereich *Ressourcen & Recyclingtechnik* führt Untersuchungen zur Analyse und Quantifizierung von Abfallströmen sowie zur Entwicklung technischer Lösungen für vorhandene oder neue Recyclingprozesse durch.

In einem 2016 gestarteten Forschungsprojekt beschäftigt sich der Bereich mit dem Transport, der Lagerung und dem Handling von Elektronikaltgeräten, die mit Hochenergiebatterien ausgerüstet sind, unter dem Gesichtspunkt der Brandvorbeugung. Im Rahmen des Projektes werden Modellzerlegungen der Geräte durchgeführt und deren Gefährdungspotenzial in der Logistik- und Behandlungskette untersucht und bewertet. Abb. 3-28 zeigt eine Hochenergiebatterie aus einem Fahrradantrieb.

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 IUTA in Zusammenarbeit mit dem Jobcenter Duisburg Umweltqualifizierungsmaßnahmen. Diese bieten Möglichkeiten der Qualifizierung und Ausbildung im Rahmen der Gemeinwohlarbeit (Arbeitsgelegenheiten gem. § 16d Satz 2 SGB II).

Abb. 3-28: offene Hochenergiebatterie

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.

Kühlgeräteentsorgung

Seit über 24 Jahren befasst sich der Bereich mit den speziellen Themen der FCKW-Freisetzung, Rückgewinnung und -analytik von Kühlgeräten sowie den entsprechenden betrieblichen und technischen Umsetzungen bei deren Entsorgung. Durch die intensive Auseinandersetzung mit der Problematik sowie der langjährigen Erfahrung ist IUTA Ansprechpartner sowohl für die Beratung als auch für Technologieentwicklungen in dieser Verwertungsbranche.

Der Bereich führt Prüfungen gemäß TA Luft Ziffer 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3 und Auditierungen von Kühlgeräteverwertungsanlagen durch. 2016 wurden 15 Anlagen in Deutschland 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 Gasgemische 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.

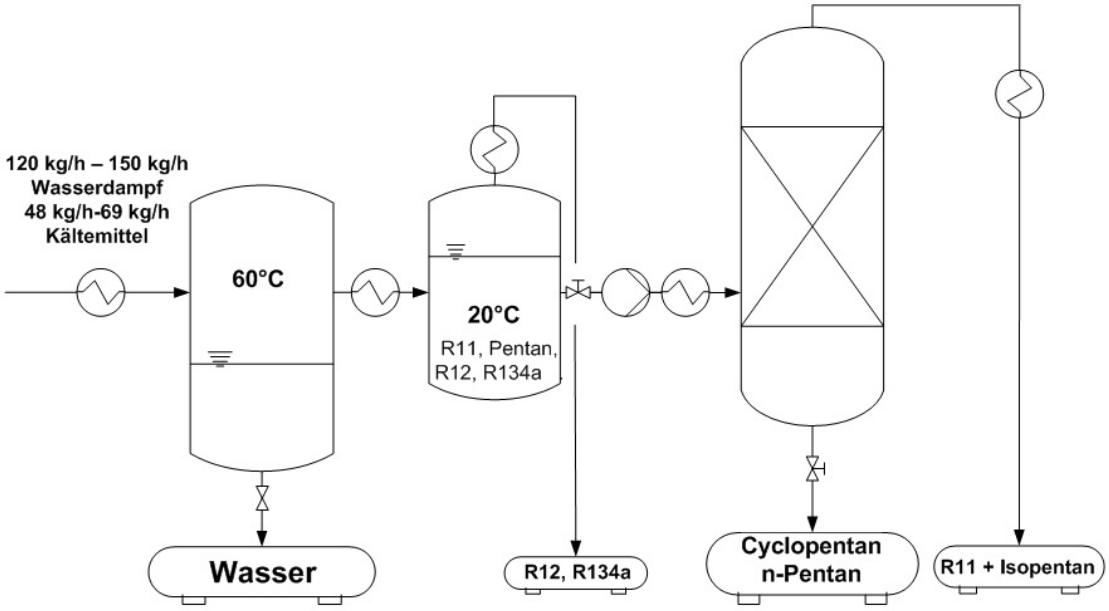


Abb. 3-29: Schema der Prozessgasaufbereitung

Das prinzipielle Prozessschema ist in Abb. 3-29 dargestellt. Im Anwendungsbereich **Aufbereitung flüssiger Medien** werden derzeit Forschungs- und Entwicklungsprojekte zum Thema Entsalzung sowie Elimination von Spurenstoffen durchgeführt.

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 innovative Adsorbenzien dar, mit denen ein quasikontinuierlich betriebener Gegenstromprozess realisiert werden kann. Die beladenen Adsorbenzien werden nach dem Durchlaufen des Adsorbers abgetrennt und einer Regenerierung vor Ort zugeführt. Durch das Gegenstromprinzip kann ein kontinuierlicher Betrieb des Adsorbers realisiert werden. Weiterhin können bei der Trocknung und Regenerierung sehr kleine Massenströme an Adsorbenzien behandelt werden, sodass die Energiekosten minimiert werden. Zusätzlich werden Transportaufwendungen, die bei einer zentralen Regenerierung anfallen, eingespart.

Abb. 3-30: Versuchsbetrieb Gegenstromadsorption

Im Technikum des IUTA werden die Einzelschritte des Verfahrens entwickelt, erprobt und optimiert. Abb. 3-30 zeigt den Versuchsbetrieb am Adsorber.

Weiterhin engagieren sich einzelne Mitarbeiter des Bereichs in der Arbeitsgruppe Mikroschadstoffe der Deutschen Gesellschaft für Membrantechnik. In dieser stehen die Einsatzmöglichkeiten und Chancen der Membrantechnik für die Elimination von Spurenstoffen im Vordergrund.

Membranfiltration

Seit über fünf Jahren bildet die Membranfiltration mittels Umkehrosmose (UO), Ultrafiltration (UF) und Mikrofiltration (MF) einen Schwerpunkt bei Industrieaufträgen und Studien. Das IUTA ist 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.

Ein möglicher auftretender Schädigungsmechnanismus in UO-Anlagen ist die chemische Oxidation der Membran durch Halogene. Diese, insbesondere Chlor, werden zur Desinfektion von Rohrleitungen eingesetzt. Um die chlorempfindlichen Polyamidmembranen nicht zu schädigen, wird das freie Chlor vor Eintritt in die UO-Membran vollständig reduziert. Die Überwachung der Chlorreduktion muss kontinuierlich und zuverlässig erfolgen. Im Rahmen eines 2016 begonnenen 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 Detektion des Überschusssulfits im Konzentratstrom der Umkehrosmoseanlage. Im IUTA werden Untersuchungen zur Einbindung der Messmethode in den Entsalzungsprozess durchgeführt.

Danksagung:

Die im Kapitel 3.6 dargestellten Forschungsprojekte wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie („Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung“, IGF, sowie „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“, ZIM) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

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)
- Infrarotspektrometer Perkin Elmer (ATR, Flüssigküvette, etc.)
- Drei-Zonen-Kunststoff-Extruder/Haake
- Messgeräte für die Dichtigkeitsprüfungen R11 oder Pentan,
  empfohlen nach Vollzugshilfe TA Luft:
  - ppm Messtechnik MAC 2040 R11
  - ppm Messtechnik MAC 2240 R11
  - ppm Messtechnik MAC 2040 Pentan
  - Lecksuchgeräte für die Dichtigkeitsprüfungen FCKW oder KW
- Refco Startek-C Propan, Iso-Butan, Methan
- Refco Startek R11, R12, R22, R134a
- Testo 316-4 (FCKW, HFKW, FKW)
- Inficon D-TEK Select mit Infrarotabsorptions-Sensorzelle (FCKW, HFKW, FKW)
- div. Testo 416 Flügelradanemometer und Hitzdrahtanemometer, Temperatur- u. Feuchtefühler 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-ATR Shimadzu (Strukturaufklärung, z. B. Identifikation von Kunststoffen)

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 – 90 l/h
- Hochgeschwindigkeitskamera
- 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 Messstelle

Das IUTA verfügt über eine nach DIN EN 17025 akkreditierte *Messstelle* mit Labor und ist bekannt gegeben nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz, BImSchG (Hinweis: Gültigkeit nur bis Februar 2017). Das Leistungsspektrum dieser *Messstelle* umfasst die Probenahme und chemisch-physikalische Untersuchung nach bzw. in Anlehnung an technische Richtlinien, z. B. VDI-Richtlinien, DIN-EN-Normen oder BIA-Arbeitsmappen. Die nachfolgende Auflistung stellt ausgewählte Leistungen der Emissions-, Immissions- oder Arbeitsplatzmessung sowie der angeschlossenen chemisch-physikalischen Analytik dar.

Emissions-, Immissions-, Arbeitsplatz- und Innenraumluftmessungen	
Emissionsmessungen	
Diskontinuierliche Messverfahren	
Staub Massenstrom	Probenahme mit Filterkopfgerät nach VDI 2066 Blatt 1, 5, 8, 10 und DIN EN 13284-1
Fraktionierte Staubmessung PM_{10}, PM_4, $PM_{2,5}$	Probenahme mit 8-stufigen Kaskadenimpaktor nach VDI 2066 Blatt 5 Probenahme mit Johnas-Impaktorkopf nach VDI 2066 Blatt 10
Online-Partikelgrößenverteilung Part kelanzahlkonzentration	Messung der Part kelgrößenverteilung mittels Streulichtverfahren welas®/PCS; zur Verdünnung des Abgases bei hoher Partikelanzahlkonzentration kann ein Verdünnungssystem vorgeschaltet werden
Freier Tropfengehalt nach Hochofenwäscheranlagen	Spezialsonde zur zeitgleichen Ermittlung des Tropfengehaltes und der Abgasfeuchte sowie der Abgasgeschwindigkeit im Gichtgas bei Überdruck bis 1,5 bar; isokinetische und isotherme Probenahme, Analyt k erfolgt gravimetrisch u./o. eine Chloridbilanz
Schwefelsäureaerosole, Bestimmung des Schwefelsäuretaupunktes	Isokinetische isotherme Probenahme mit einer Spezialsonde, Abscheidung der Schwefelsäureaerosole auf einem zweistufigen Spezialfilter oder in einer beheizten Glaswendel, ionenchromatografische oder nasschemische Endbestimmung
Anorganische Komponenten	Ammoniak (NH_3), Bromwasserstoff (HBr), Chlor (Cl_2), Chlorcyan (ClCN), Chlorwasserstoff (HCl), Cyanwasserstoff (HCN), Fluorwasserstoff (HF), Schwefeloxide (SO_2 und SO_3), Schwefelwasserstoff (H_2S), Stickstoffoxide (NO und NO_2), staubförmige anorganische Stoffe gemäß Punkt 5.2.2 der TA Luft 2002: Quecksilber (Separation Hg(0) u. Hg^{2+}), Thallium, Blei, Kobalt, Nickel, Selen, Tellur, Antimon, Chrom, leichtlösliche Cyanide, leichtlösliche Fluoride, Kupfer, Mangan, Vanadium, Zinn und ihre Verbindungen, krebserzeugende Stoffe nach 5.2.7.1.1 der TA Luft 2002: Arsen, Cadmium und ihre Verbindungen, wasserlösliche Kobaltverbindungen, Chrom(VI)-Verbindungen sowie weitere gas- oder staubförmige Metalle: u. a. Aluminium, Magnesium, Molybdän und Zink etc.
Organische Komponenten	Gesamtkohlenwasserstoffe (C_{ges}) Aromaten (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol – BTXE) Chlorbenzole und -phenole Dibenzo(p)dioxine und -furane (PCDD/F und PBrDD/F) Formaldehyd (und andere Aldehyde) Spezielle Kohlenwasserstoffe (z. B. Alkohole, Carbonsäuren) Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW) Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Polycyclische Biphenyle (PCB) Tetrachlorethen etc.

Kontinuierliche Messverfahren	
Kohlendioxid (CO_2), Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (Gesamt-C), Ozon (O_3, nur Immissionen), Sauerstoff (O_2), Schwefeldioxid (SO_2) und Stickstoffoxide (NO und NO_2) etc.	
Vorhandene Messtechnik für die o. g. Parameter: 4 kont. Gasanalysatoren der Fa. Hartmann + Braun 6 kont. Gasanalysatoren der Fa. Fisher-Rosemount (Emerson) 1 kont. Gasanalysator der Fa. Horiba 5 FID (Bernath Atomic, Fisher- Rosemount) 2 kont. Gasanalysatoren der Fa. TESTO 5 Messgasaufbereitungen (Gröger & Obst, M&C) 10 stand-alone Datenlogger und elektronische Linienschre ber mit Visualisierung PC/Laptop Datenerfassungssysteme über NI/LabView	
Abgasparameter	Volumenstrombestimmung nach VDI 2066 Blatt 1, DIN EN 15259 u. DIN EN 13284-1 Abgasfeuchte (Kondensationsmethode und Adsorption an Kieselgel oder Calciumchlorid, 2-Thermometer-Methode, kapazitive Sensoren) Statischer Druck (Differenzdruckmessgerät) Abgastemperatur (NiCr/Ni-Thermoelement)
Abgas/Bodenluft	Probenahme organischer Gasinhaltsstoffe zur Konzentrationsbestimmung (Gasmaus/Gassack, alternativ Adsorptionsröhrchen (Aktivkohle, Silikagel etc.)
Immissionsmessungen	
Feinstaub PM_x (diskontinuierlich), Optional: Untersuchung auf Staubinhaltsstoffe	Referenzverfahren/Probenahme mit Kleinfiltergerät Derenda (LVS) nach DIN EN 12341; diverse Messköpfe für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und PM_1. Die Kleinfiltergeräte sind mit und ohne automatischen Probenwechsler ausgestattet
Vorhandene Messtechnik	3 DERENDA GS050-3D 1 DERENDA LVS 3 1 DERENDA LVS 3.1 7 DERENDA LVS 3.1-15 (mit Filterwechsler) Dazugehörige Filterköpfe für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und PM_1
Feinstaub PM_x (diskontinuierlich), Optional: Untersuchung auf Staubinhaltsstoffe	Probenahme mit Digitel (HVS) nach DIN EN 12341, EN 14907 und VDI 2463/11; diverse Messköpfe für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und PM_1 Die High Volume Sampler sind mit automatischem Probenwechsler und zum Teil mit Probenkühlern ausgestattet
Vorhandene Messtechnik	1 DIGITEL DH 80 A 1 DIGITEL DA 80 HTD 4 DIGITEL DHA 80 Dazugehörige Filterköpfe für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und PM_1
Feinstaub PM_x (quasi kontinuierlich)	Kontinuierliche Bestimmung des Feinstaubes mittels TEOM; Messung von PM_{10}, $PM_{2,5}$ und PM_1
Vorhandene Messtechnik	11 TEOM-Geräte der Fa. Rupprecht & Patashnick 1 FDMS TEOM Sharp cut cyclone für $PM_{2,5}$ und PM_1
Anorganische Gase	Kontinuierliche Bestimmung der Konzentrationen von Ozon, NO, NO_2, NO_x nach DIN EN 14211, VDI 2453/2 (NO_x) bzw. DIN EN 14625 und ISO 13964 (Ozon)
Vorhandene Messtechnik	2 NO_x -Analysatoren der Fa. MLU 7 NO_x -Analysatoren der Fa. ANSYCO, 2 CO-Analysatoren der Fa. ANSYCO 2 NO_x -Analysatoren der Fa. ECO PHYSICS 2 O_3-Analysatoren der Fa. ANSYCO 4 GPT-Module der Fa. Breitfuß 1 tragbares GPT-Modul der Fa. Breitfuß

Anorganische Gase	Diskontinuierliche Probenahmen nach VDI 2468/1, 2453/1 und 2453/2 zur Bestimmung von Ozon, NO und NO_2
Organische Gase	Diskontinuierliche Probenahmen und Anreicherung auf Sorptionsmittel nach DIN EN 12341, DIN EN 14662, VDI 3482 und VDI 2465 zur Bestimmung von BTXE etc.
Staubinhaltsstoffe	EC/OC, alle relevanten Anionen u. Kationen, (Ha b-)Schwermetalle und organische Verbindungen (siehe Analytik)
Meteorologie	1 Wetterstation Campbell Scientific: Windgeschwindigkeit 0 … 75 [m/s] Windrichtung 0 … 360 [°] Regen [mm] Luftfeuchte 0 … 100 [% rF] Lufttemperatur -40 … +56 [°C] Luftdruck 600 … 1060 [hPa] Sonnenstrahlung 350 … 1100 nm [kW/m², MJ/m²] 2 Wetterstationen Vaisala WXT510: Windgeschwindigkeit 0 … 60 [m/s] Windrichtung 0 … 360 [°] Regen [mm] Luftfeuchte 0 … 100 [% rF] Lufttemperatur -52 … +60 [°C] Luftdruck 600 … 1100 [hPa]
Für Immissionsmessungen stehen z. Zt. 8 klimatisierte Messcontainer in verschiedenen Größen (von ca. 2 × 1 qm bis 5 × 2,5 qm Grundfläche) zur Verfügung, die je nach Messaufgabe ausgestattet werden können. Für kleinere Messkampagnen werden mobile ebenfalls klimatisierte Container bzw. Rollcontainer eingesetzt.	
Arbeitsplatzmessungen nach TRGS 402	
Gesamtstaub (E-Staub)	Stationäre und personengetragene Probenahmen zur Ermittlung des Gesamtstaubgehaltes in der Luft am Arbeitsplatz
Feinstaub (A-Staub)	Stationäre und personengetragene Probenahmen zur Ermittlung des Feinstaubgehaltes in der Luft am Arbeitsplatz
Faserförmige Stäube	Stationäre Probenahme zur Ermittlung des Gehaltes an faserförmigen Stäuben (anorganische Fasern)
Organische Komponenten	Probenahme zur Ermittlung des Gehaltes an organischen Komponenten, z. B. - Aceton, Toluol, Methanol, Benzol, 1,2 Dichlorethan … über 50 weitere Lösungsmittel, - PAK, PCDD/F, PCB etc. - diverse Reinwirkstoffe, z. B. Hormone aus der Pharmaindustrie
Mobile Druckluftmessungen nach ISO 8573 und Pharmacopeé Européenne (Arzneibuch)	
Ölaerosole, -dämpfe, Part kel, Drucktaupunkt, organische Lösemittel, anorganische Gase, Gesamtkeimzahl, mikrobiologische Belastungen	Messung und Beurteilung der Druckluftqualität nach ISO 8473-1 bis 7 und Pharmacopeé Européenne (Arzne buch)

Geräteausstattung Analytik		
REM/EDX	Rasterelektronenmikroskop (REM) mit angeschlossener Röntgenanalytik (EDX)	
	REM	EDX
	Hersteller/Typ: JEOL/JSM 7500-F Detektoren: 2 SE, 1 BSE, 1 STEM, 1 EDX Auflösung: 1 nm bei 15 kV Anregung: 0,1 kV – 30 kV	Hersteller/Typ: Ametek/Apollo XL Detektor: SDD Nachweisbare Elemente: Ab Ordnungszahl 5 Detektorfläche: 30 mm²

Coulter Counter	Hersteller/Typ: Beckmann/LS 230 Module: Fluid Small Volume, Fluid Hazardous Module: Dry Powder Module: Hazardous Messbarer Partike bereich: 0,04 µm – 2000 µm Anzahl Größenkanäle: 116 Einsetzbare Flüssigkeiten: Wasser, Alkohole, Lösemittel, Öle
ICP-MS	Induktiv gekoppeltes Plasma mit Massenspektrometer Hersteller/Typ: Thermo Scientific/XSerie 2
ICP-OES	Induktiv gekoppeltes Plasma mit optischem Emissionsspektrometer Hersteller/Typ: Thermo Scientific/iCAP-6500
Photometer	Photometer Hersteller/Typ: Thermo Scientific/Evolution 300 UV-VIS
AAS	Atomabsorptionsspektrometer Parameter: Quecksilber Hersteller/Typ: Thermo Scientific/Cetac/M-6100
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatografie HPLC System mit AS 3000; P 4000, SCM 1000 für Kopplung an ICP-MS Anwendung: Speciation
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatografie Hersteller/Typ: Agilent 1100/1200 mit verschiedenen Detektoren
IC	Ionenchromatografie Hersteller/Typ: Metrohm 761 Compact IC mit verschiedenen Detektoren
TOC	Shimadzu Hersteller/Typ: TOC-Vcpn
GC-FID (1)	Gaschromatograf mit Flammenionisationsdetektor Hersteller/Typ: Thermo Trace GC Ultra mit PTV Injektor
GC-FID (2)	Gaschromatograf mit Flammenionisationsdetektor Hersteller/Typ: Thermo Trace GC Ultra mit PTV Injektor
GC-FID/MS	Gaschromatograf mit Massenspektrometer Thermo ISQ GC/MS System mit PTV Injektor/Backflush
GC/MS	Gaschromatograf mit Massenspektrometer SSL Perkin Elmer Clarus 600 GC, Clarus 600 MS
Mikrowellenaufschluss	Anwendung: zum Aufschluss von Flüssigkeiten bzw. Feststoffen Hersteller/Typ: CEM/Mars Express
Ruß/Kohlenstoff	Bestimmung des elementaren (EC), organischen (OC) und gesamten organischen Kohlenstoffes (TOC) mittels IR-Verfahren
Metalle	Bestimmung von Metallen in unterschiedlichen Matrizes mittels AAS bzw. ICP-MS-OES
Ionen	Bestimmung von Anionen und Kationen mittels Ionenchromatografie (Cl^-, F^-, SO_3^{2-}, SO_4^{2-} etc.)
Organische Komponenten	Bestimmung organischer Komponenten (BTXE, Kohlenwasserstoffe H53, PAK, PCB, etc.) mittels GC/FID
Asbest	Asbestuntersuchung mittels Rasterelektronenm kroskopie (REM) und Röntgenemissionsanalytik (EDX) in Materialproben und Raumluftproben
Korngrößenverteilung	Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Streulichtverfahren Coulter LS230 und REM/EDX
GC-MS Thermodesorber	Perkin Elmer ATD 150 mit GC-System Clarus GC-MS 600

3.8 Forschungsanalytik

Entwicklung spezieller Kopplungstechniken

Der Bereich *Forschungsanalytik* beschäftigt sich mit der Entwicklung von innovativen Kopplungs- und Detektionsverfahren auf Basis der Flüssigkeitschromatografie (HPLC, High-Performance Liquid Chromatography). Hierbei 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 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 Isotopenverhältnismassenspektrometrie, die Raman-Detektion, die Flammenionisationsdetektion sowie die direkte Kopplung von Enzymassays mittels kontinuierlicher Mischsysteme. Zu diesen Techniken und Kopplungsmethoden wurden und werden Forschungsprojekte im Bereich der industriellen Gemeinschaftsforschung durchgeführt. Ein vielversprechendes System, das 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 miniaturisierter Trenn- und Detektionssysteme

in den letzten Jahren hat sich der Fokus des Bereichs dahingehend verändert, als miniaturisierte Verfahren eine immer größere Rolle spielen. Insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Verknappung von Rohstoffen und der Verteuerung von Energie spielt die Miniaturisierung eine zentrale Rolle. Darüber hinaus ist die Mikrosystemtechnik eine wichtige Branche mit hohem Wachstumspotenzial. In Kooperation mit dem Lehrstuhl 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. Zukünftig sollen auch periphere Bauteile wie Pumpen und Detektoren auf Chipformat geschrumpft werden, sodass der Forderung nach Ressourceneffizienz und nachhaltigem Wachstum entsprochen werden kann. Der Bereich *Forschungsanalytik* kooperiert deshalb eng mit der Arbeitsgruppe Computational Fluid Dynamics des Bereichs *Luftreinhaltung und 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.

Entwicklung 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 Kapillar-HPLC entwickelt. Das multidimensionale Trennsystem kann an beliebige Massenspektrometer gekoppelt werden und 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 enge Kooperation mit dem Bereich *Umwelthygiene & Spurenstoffe*, der sich mit innovativen Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen auf Grundlage erweiterter Oxidationsprozesse beschäftigt.

Entwicklung von Anreicherungsverfahren

Die gestiegenen Anforderungen im Bereich der Quantifizierung machen es darüber hinaus notwendig, Anreicherungsstrategien zu entwickeln, um Konzentrationen im Ultraspurenbereich von wenigen Picogramm pro Liter zu bestimmen. Selbst mit den leistungsstärksten Massenspektrometern ist es immer noch nicht möglich, ohne vorherige Anreicherung eine Bestimmung in diesem Konzentrationsbereich durchzuführen. Vor diesem Hintergrund werden sogenannte Online-Anreicherungsverfahren auf Basis der Festphasenextraktion evaluiert, die dann direkt mit der massenspektrometrischen Detektion gekoppelt werden können.

IGF-Projekt: Multidimensionale Trenn- und Detektionssysteme

Ein über die industrielle Gemeinschaftsforschung gefördertes Forschungsprojekt befasst sich mit der Kopplung mehrdimensionaler Trenn- und Detektionssysteme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie. Das Vorhaben ist ein Kooperationsprojekt zwischen dem Bereich *Forschungsanalytik* des IUTA e. V. sowie der Arbeitsgruppe Angewandte Analytische Chemie der Universität Duisburg-Essen. Hierbei wird der Frage nachgegangen, inwieweit der zunehmende Grad an Komplexität unterschiedlicher Trenn- und Detektionssysteme zu einem echten Mehrwert bei der Lösung aktueller analytischer Fragestellungen aus den Bereichen Umwelttechnik und pharmazeutische Analytik 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. Zu Beginn der Untersuchungen wurde ein geeignetes Testgemisch zusammengestellt. Dieses besteht aus 12 Isobarenpaaren und einem Isobarentriplett. Jede Komponente der jeweiligen Isobarenpaare bzw. des Isobarentripletts besitzt die gleiche monoisotopische Masse, sodass die eindeutige Identifizierung der Komponenten basierend auf der exakten Masse nicht möglich ist. Auf dieser Basis können Informationen abgeleitet werden, ob die Ionenmobilität, die Hybrid-Massenspektrometrie mit der Möglichkeit der Generierung von MS/MS-Spektren oder eine Kombination aus beiden Verfahren zu einer eindeutigen Identifizierung dieser Verbindungen führt. Erste Ergebnisse zeigen auf, dass die Ionenmobilität nur sehr eingeschränkt für die Unterscheidung der Isobaren geeignet ist. Eine Auf- bzw. Antrennung dieser kritischen Peakpaare ist häufig nur dann gegeben, wenn Addukte bzw. Cluster mit dem Lösungsmittel zu einer signifikanten Änderung der räumlichen Struktur der Moleküle führen. Dies bedeutet, dass die Ionenmobilität keine Alternative zu klassischen chromatografischen Verfahren

darstellt. Im Gegensatz dazu ist über die Anpassung der Gradientensteigung und somit der Laufzeit der Analyse eine Auftrennung nahezu aller kritischen Peakpaare mit einer geforderten chromatografischen Auflösung von 1,2 möglich. Darüber hinaus wurde ein Vergleich zwischen eindimensionalen und zweidimensionalen Trennsystemen durchgeführt. Es zeigte sich, dass das zweidimensionale Trennsystem zwar die höchste Peakkapazitätsproduktionsrate aufweist, aufgrund der geringeren absoluten Peakkapazität jedoch ebenfalls nicht in der Lage ist, die überwiegende Anzahl der Isobaren zu trennen. Die Informationen können zielgerichtet genutzt werden, zweidimensionale Verfahren in Hinblick auf die chromatografische Auflösung zu optimieren. Eine Strategie besteht in der Nutzung extrem kleiner Partikel (z. B. 1,3 µm) und kurzer Trennsäulen (< 2 cm), um eine ausreichende Peakkapazität zu generieren.

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 eines Raman-Detektors

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Raman-Detektors für die Gelpermeations- und Hochleistungsflüssigkeitschromatografie sowie die Kapillarelektrophorese. Technologische Basis des Raman-Detektors ist ein Flüssigkern-Lichtwellenleiter, der nach dem Prinzip der Totalreflexion zu einer Empfindlichkeitssteigerung um den Faktor 100 bis 1000 gegenüber herkömmlichen Raman-Spektrometern führt. Des Weiteren zielt das Vorhaben auf die zusätzliche Nutzung des Detektors als Streulicht- und Fluoreszenzdetektor ab. Der Einsatz eines solchen Multidetektionsverfahrens verlangt die mehrfache Detektion einer Analytbande mittels der unterschiedlichen Detektionstechniken. Hierzu wurde das sogenannte Peak Parking etabliert. Bei dieser Technik werden mittels einer Ventilschaltung gezielt ein oder mehrere Analyten des Eluats herausgeschnitten und in zusätzlichen Probenschleifen gespeichert. Anschließend kann der Analyt mehrfach durch die Detektionszelle geleitet werden. Des Weiteren wurde die Stopp-Flow Technik zur genauen Positionierung der Analytbande in der Detektorzelle eingesetzt. Dadurch kann die Akquisitionszeit und damit das Signal-zu-Rausch Verhältnis deutlich verbessert werden.

Weiterhin ist es für die Raman-Kopplung unerlässlich, eine Basislinientrennung aller in einem Gemisch vorliegenden Substanzen zu erzielen, damit möglichst reine Spektren erhalten werden. Mittels eindimensionaler chromatografischer Trennungen ist dieses Ziel oftmals nicht zu erreichen. Vor diesem Hintergrund wurde der Einsatz eines zweidimensionalen Heart-Cut-Systems evaluiert. Dabei wird eine Fraktion mit der relevanten Hauptkomponente der ersten Dimension mittels Ventilschaltung ausgeschnitten und auf eine zweite Trennsäule anderer Selektivität übertragen. Somit kann eine weitere Auftrennung erfolgen, um zuvor koeluierende Substanzen zu identifizieren.

Abschließend wurden die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen des Raman-Detektors bestimmt und mit gängigen Detektionstechniken, wie z. B. UV- oder Fluoreszenzdetektion, verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass eine Nachweisstärke von unter 15 µg absolut auf der Trennsäule für die ausgewählten Komponenten erreicht werden konnte. Weiterhin wurde festgestellt, dass der entwickelte Aufbau eine sehr sensitive Erfassung ausgewählter Verbindungen mittels Fluoreszenzdetektion ermöglicht. Die Bestimmungsgrenzen liegen hierbei im Bereich eines ultra-sensitiven Triple-Quadrupol Massenspektrometers.

Eine weitere Zielstellung innerhalb dieses Gemeinschaftsprojekts lag in der Einführung des hier entwickelten Detektionsverfahrens in die Bioanalytik. Raman-Spektroskopie zur Untersuchung der primären und sekundären Struktur von Proteinen wird bereits seit mehreren Jahrzehnten praktiziert. In der Vergangenheit waren aufgrund geringer Signalintensitäten lange Messzeiten notwendig, um durch Akkumulation einzelner Messungen ein ausreichendes Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu erhalten. Heutzutage kann durch leistungsstarke Laser die Streulichtintensität deutlich gesteigert werden, wodurch die Messzeiten deutlich verkürzt werden konnten. Daher sollte im Rahmen dieses Projektes überprüft werden, ob mithilfe heutiger Lasertechnologie und additiver Signalverstärkung durch Verwendung des Flüssigkern-Lichtwellenleiters eine Kopplung der Gelfiltrationschromatografie mit der Raman-Spektroskopie erzielt werden kann. Es zeigte sich, dass verschiedene Proteine innerhalb eines Zeitfensters von 30 s gemessen und anhand ihrer Spektren voneinander unterschieden werden konnten. Darüber hinaus konnten Änderungen der Sekundärstruktur durch Zugabe von Reduktionsmitteln analysiert werden. Somit erscheint der hier entwickelte Online-Detektor gut geeignet, um Veränderungen der Proteinstruktur zu erfassen, sodass dieser Detektor perspektivisch zur Produktkontrolle oder im Herstellungsprozess von biologischen Pharmazeutika eingesetzt werden könnte.

Danksagung:

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

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

Aufgaben und Zweck

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

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

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

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

Arbeitsweise des Bereichs und Aufgaben der Forschungsvereinigung

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

Evaluation von Forschungsanträgen – Forschungsbeirat

Ein wichtiges Bindeglied zwischen den vier Partnern IUTA e. V., der mit Energietechnik und technischem Umweltschutz befassten gewerblichen Wirtschaft, der AiF und der Energie- und Umweltforschung ist der Forschungsbeirat als Organ des IUTA e. V. Die rd. 60 Mitglieder des Forschungsbeirates setzen sich paritätisch aus Vertretern der gewerblichen Unternehmen und der Wissenschaft zusammen.

Dem Forschungsbeirat des IUTA obliegt die Evaluation bzw. die Begutachtung der dem IUTA zur Förderung durch das BMWi vorgelegten IGF-Vorhaben im Hinblick auf den möglichen wirtschaftlichen Nutzen für die Unternehmen der Branche und des Technologiefeldes. Für jeden eingereichten Antrag werden zunächst fünf bis sechs schriftliche Gutachten eingeholt. Die Evaluation erfolgt anhand des zwischen dem BMWi und der AiF abgestimmten Kriterienkatalogs, der in erweiterter Form bei den Gutachtern des IUTA zur Anwendung kommt. Nächster Schritt im Begutachtungsprozess ist ein mündlicher Vortrag und eine offene Diskussion des Vorhabens im Rahmen der Sitzungen des Forschungsbeirates. Im Jahr 2016 hat der Forschungsbeirat am 23. Februar 11 Vorhaben und am 6. September 6 Vorhaben begutachtet. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 6 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 2016 hat der IUTA e. V. als Mitgliedsvereinigung der AiF über 205 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 (Bereich *Industrielle Gemeinschaftsforschung*, „Publikationen“). 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 richtet das IUTA den „FiltrationsTag“ aus, an dem mehr als 100 Unternehmensvertreter als Gäste teilnehmen. 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

4 Anhang

4.1 Vorträge 2016

Asbach, C., Todea, A.M., Meyer-Plath, A., Simonow, B., van Tongeren, M., MacCalman, L., Fierz, M., Dahmann, D., Iavicoli, I., Clavaguera, S.
Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials – Lessons learned from the three year project nanoindex
5th International Conference NanoSafe 2016, Grenoble, France,
07. – 10.11.2016

Asbach, C.
Long-term stability and energy efficiency of filtration solutions (invited plenary talk)
Filtech, Köln,
11. – 13.10.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Lamboy, Y., Fierz, M., Todea, A.M.
Influence of sampling tubes on the measurement with unipolar diffusion chargers
European Aerosol Conference, Tours, France,
04. – 09.09.2016

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Todea, A.M., Schmitz, A., Schmidt, F.
Determination of the filtration efficiency for HVAC, HEPA and ULPA filters for nanoparticles ≥5 nm
European Aerosol Conference, Tours, France,
04. – 09.09.2016

Asbach, C.
An international perspective on nano-risks in view of worker protection
Symposium Nanosafety – Expanding the Scope, Lund University, Einladungsvortrag,
30.08.2016

Asbach, C.
Lessons learnt during the nanoIndEx project
nanoIndEx Workshop on “Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials”, Berlin,
31.05.2016

Asbach, C.
Personal exposure to nanoscale particles in everyday life
nanoIndEx Workshop on “Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials”, Berlin,
31.05.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Neumann, V., Dahmann, D., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Todea, A.M.
Feldtauglichkeit personengebundener Monitore zur Bestimmung der individuellen Exposition gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Neumann, V., Dahmann, D., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Todea, A.M.
Konzeptionierung und Bau eines Prüfstandes für faserförmig, nanoskalige Aerosole
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Asbach, C.
Bestimmung der persönlichen Exposition gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien mit personengebundenen Sammlern und Monitoren
NanoCare Clustertreffen, Frankfurt,
03.05.2016

Asbach, C.
Personal nanoparticle exposure measurement (invited plenary talk)
4th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Barcelona, Spain,
20. – 22.04.2016

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Todea, A.M., Schmitz, A., Schmidt, F.
Nanofil – Entwicklung einer Messstrategie zur Ermittlung von Filtereffizienzen für Partikel im Bereich 5 nm ≤ dp ≤ 100 nm
Symposium „Textile Filter“, Chemnitz,
09.03.2016

Asbach, C.
Remember the small giants – Exposure measurement in view of risk assessment
PhD Defense of Patrik Nilsson at Lund University,
29.02.2016

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Todea, A.M., Schmitz, A., Schmidt, F.
Bestimmung der Abscheideeffizienz von RLT-, HEPA- und ULPA-Filtern gegenüber Nanopartikeln ≥5 nm
Jahrestagung der Processnet Fachgruppe Gasreinigung, Duisburg,
18.02.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Lamboy, Y., Fierz, M., Todea, A.M.
Artefakte durch Probenahmeschläuche bei der Messung mit unipolaren Diffusionsaufladern
Jahrestagung der Processnet-Fachgruppe Partikelmesstechnik, Clausthal-Zellerfeld,
17.02.2016

Asbach, C.
Messtechnik für luftgetragene Nanopartikel
fms/Processnet-Gemeinschaftsausschuss Sensoren und Sensorsysteme (Einladungsvortrag), Frankfurt,
28.01.2016

Asbach, C.
Measurement of personal exposure to airborne nanoparticles
Danish Centre for Nanosafety (Einladungsvortrag), Copenhagen, Denmark,
20.01.2016

Asbach, C., Kuhlbusch, T.A.J., Kaminski, H., Sánchez Jiménez, A., Ding, Y., van Tongeren, M., Riediker, M., Clavaguera, S., Goede, H., Stahlmecke, B.
Conceptual Considerations to Establish a Framework of Release for Nanomaterials
European Aerosol Conference, Tours, Frankreich,
04. – 09.09.2016

Bathen, D.
From Global Societal Challenges to Research Projects in Adsorption Technology
Fundamentals of Adsorption FOA 12, Friedrichshafen,
01.06.2016

Birkmann, F., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Untersuchungen zur kryogenen Adsorption kurzkettiger Kohlenwasserstoffe
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Gasreinigung, Duisburg, 17.02.2016

Bittig, M., Pieper, B., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilberabscheidung hinter Abfallverbrennungsanlagen – welche Perspektiven bietet die Forschung?
Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz, Berlin,
26.01.2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D., Pieper, B.
Absorptive Quecksilberabscheidung in REA-Wäschern
48. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden,
18. – 19.10.2016

Bittig, M.
Introduction to basic mechanism of mercury removal from flue gas downstream incineration plants
Erste Konferenz zur Messung und Minderung von Quecksilberemissionen “Building capacities for the improvement of the air quality”, Lima, Peru,
20. – 21.06.2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilber hinter Verbrennungsprozessen – Grundlegende Abscheidemechanismen als Basis für nachhaltige Minderungsstrategien
VDI Wissensforum „Messung und Minderung von Quecksilberemissionen“, Düsseldorf,
13. – 14.04.2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilberabscheidung hinter Abfallverbrennungsanlagen – welche Perspektiven bietet die Forschung
Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz, Berlin,
25. – 26.01.2016

Bittig, M., Hugo, A., Jarzyna, D., Oeffling, B., Haep, S.
Hocheffiziente Sorbentien auf Aktivkohlebasis und geeignete temperaturfeste Matrizes für Feinreinigungsstufen zur Abtrennung von gasförmigen Quecksilberspezies aus Abgasen
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Adsorption und Gasreinigung, Duisburg,
17. – 18.02.2016

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen, D.
Entwicklung eines neuen Messgerätes zur Kopplung von kalorimetrischen und volumetrischen Adsorptionsmessungen
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Duisburg,
17.02.2016

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen, D.
A new device for coupling of calorimetric and volumetric equilibrium measurements
Fundamentals of Adsorption FOA 12, Friedrichshafen,
02.06.2016

Chowanietz, V., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Sorption von Schwefelverbindungen in der adsorptiven Erdgasaufbereitung
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Adsorption, Duisburg,
17.02.2016

Clavaguera, S., Artous, S., Philippot, C., Ducros, C., Locatelli, D., Jacquinot, S., Ross, B., van Tongeren, M., Hase, V., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T.A.J., Goede, H.
Occupational exposure during the production, simulated use and end-of-life stages of nano enabled products for energy harvesting and energy storage
International Conference on Exposure Science – ISES, Utrecht, Niederlande,
09. – 13.10.2016

Clavaguera, S., Artous, S., Philippot, C., Ducros, C., Locatelli, D., Jacquinot, S., Ross, B., van Tongeren, M., Hase, V., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T.A.J., Goede, H.
Occupational exposure during the production, simulated use and end-of-life stages of nano enabled products for energy harvesting and energy storage
nanoSafe 2016, Grenoble, Frankreich,
07. – 10.11.2016

Dreisbach, F., Bathen, D.
Neue Messverfahren und -systeme für die Adsorptionstechnik
ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
14.09.2016

vom Eyser, C., Hetzel, T., Teutenberg, T., Tuerk, J.
Analysis of wastewater using online-SPE-LC-MS/MS and µLC-MS/MS
Analytica conference 2016, München,
10. – 13.05.2016

vom Eyser, C., Hetzel, T., Türk, J., Teutenberg, T.
Online-SPE unter ganz besonderen Konditionen
PAL Anwendertreffen, Bad Dürkheim,
28. – 29.09.2016

Haep, S., Bittig, M., Kreckel, S., Behrla, D.,
Untersuchungen zur katalytischen Niedertemperaturentstickung mit Hilfe neuartiger partikelförmiger Katalysatormaterialien am MMTC 2000H
30. Palas Aerosol Technologie Seminar, Karlsruhe,
19. – 20.09.2016

Hellack, B., Kuhlbusch, T.A.J.
Characterisation of NM Results of the nanOxiMet project
NanOxiMet Workshop, Frankfurt,
02.05.2016

Hellack, B., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Kölling, J., Albrecht, C., Schins, R.P.F., Kuhlbusch, T.A.J.
Oxidantien-Bildungspotential als Maß für die Gruppierung von Nanomaterialien und Voraussage von gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen
NanoCare Clustertreffen, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Hellack, B.
Health effects of particulate matter: metrics beyond the mass
Sino-German Joint Workshop “Sources, Processes and Health Effects of Air Pollutants: Toward Health-Based Air Quality Management in China”
Guangzhou, China,
18. – 22.09.216

Hellack, B.
(Ultra)feinstaub in Innenräumen: Emissionsquellen und Belastung
Symposium: Ultrafeine Partikel in der Außenluft und in Innenräumen, Berlin,
22. – 23.09.2016

Hellmann, A., Schmidt, K., Pitz, M., Asbach, C., Schumacher, S., Antonyuk, S.
Measurement and simulation methods to determine particle precipitation at synthetic nonwoven electrets
European Aerosol Conference, Tours, France
04. – 09.09.2016

Hetzel, T., Loeker, D., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Characterization of efficiency of micro liquid chromatography columns by van Deemter and Kinetic plot analysis
31st International Symposium on Chromatography (ISC 2016), Cork, Irland,
28.08. – 01.09.2016

Hetzel, T., Teutenberg. T.
Entwicklung und Validierung einer schnellen Mikro-LC-MS/MS Methode am Beispiel von Zytostatika
NOVIA Analytiktage 2016, Bad Soden,
22.11.2016

Hugo, A., Kreckel, S., Haep, S.
Bereitstellung einer Nanopartikel-Dispersion aus der Gasphasensynthese durch Elektrophorese
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Adsorption und Gasreinigung, Duisburg,
17. – 18.02.2016

Hülser, T.
Highly specific nanoparticles: A chance for future energy applications
NRW NanoKonferenz, Münster,
07.12.2016 – 08.12.2016

Hülser, T., Schnurre, S.M., Spree, M., Wiggers, H., Schulz, C.
Spray-Flame Synthesis of Highly Specific Iron Oxide Nano Particles on the Pilot-Plant Scale
MRS Fall Meeting, Boston, USA,
27.11.2016 – 02.12.2016

Hülser, T.
Synthesis of Highly Specific Nanoparticles in the Gas-Phase – An Economic and Sustainable Production Route of Raw Materials for Battery Applications
EMN Meeting, Berlin, Deutschland,
23.08.2016 – 26.08.2016

Hülser, T.
Nanotechnologies and Advanced Materials, Biotechnologies, Advanced Manufacturing and Processing (NMBP)
Key Enabling Technologies – KETs
Mainz, Deutschland,
12.05.2016

Iavicoli, I., Fontana, L., Todea, A.M., Asbach, C.
Valutazione dell'esposizione a nanomateriali ingegnerizzati mediante uso di campionatori personali
Italian Congress of Occupational Medicine and Industrial Hygiene, Rome, Italy,
21. – 23.09.2016

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Dopp, E., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Estrogenic and androgenic activity during full-scale treatment of hospital wastewater
University of Helsinki, Finland,
01.04.2016

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Dopp, E., Schmidt, T.C., Türk, J.
Untersuchung von Krankenhausabwasser auf östrogene und androgene Effekte und deren Elimination mittels Ozon
GDCh Tagung „Wasser", Bamberg,
01. – 04.05.2016

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Dopp, E., Schmidt, T.C., Türk, J.
Untersuchung von Krankenhausabwasser auf östrogene und androgene Effekte und weitergehende Untersuchungen zu antagonistischen Effekten
Messe für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft (IFAT), München,
30.05. – 03.06.2016

Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Schmidt, T.C., Türk, J.
Evaluierung innovativer Abwasserbehandlungsverfahren mittels instrumenteller und wirkungsbezogener Analytik
Future Water Kolloquium, Universität Duisburg-Essen, Essen,
30.07.2016

John, A., Kaminski, H., Nickel, C., Quass, U., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T., Asbach, C.
Emissionen von Nanopartikeln aus Anlagen und Prozessen – von der Produktion bis zum Recycling
Emissionsminderung 2016, Nürnberg,
26. – 27.04.2016

John, A., Renker, M., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T.A.J., Nickel, C.
Detection and quantification of Carbon Nanotubes along the life cycle using a thermo-optical method
SETAC Europe 26th Annual Meeting, Nantes, Frankreich,
22. – 26.05.2016

Kiffmeyer, T., vom Eyser, C., Türk, J.
Umgang mit Zytostatika: Aktuelle Daten zu Kontaminationsrisiken
8. NZW Dresden, Dresden,
17.06.2016

Klaßen, M. D., Hetzel, T., Fischer, B., Teutenberg, T., Bettermann, H.
Hyphenation of size-exclusion chromatography with online Raman detection
International Symposium on GPC/SEC and Related Techniques, Amsterdam,
29.09.2016.

Kube, C., Flieter, I.
PAK-Analytik to go – Spektrometertestverfahren zum Nachweis von PAK
Fachgespräch Feststoffuntersuchungen 2016, BEW, Essen,
29.02. – 01.03.2016

Kube, C., Flieter, I.
Schnelleluate mit Vor-Ort-Elementbestimmung
Entwicklungen im Auftrag der LAGA aus Mitteln des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall, LFP-Vorhaben L 1.14 und 1.15, 27. Sitzung des LAGA-Forums Abfalluntersuchungen, Fulda,
29. – 30.08.2016

Kube, C., Flieter, I.
Schnelleluate mit Vor-Ort-Elementbestimmung – Ein sich abzeichnender Tabubruch?
Fachgespräch Feststoffuntersuchungen 2016, BEW, Essen,
29.02. – 01.03.2016

Kuhlbusch, T.
Von den Feinstaubquellen bis zu den Effekten
Essener Klimagespräche, Essen,
01.03.2016

Kuhlbusch, T.A.J., Asbach, C., Kaminski, H., Sánchez Jiménez, A., Ding, Y., van Tongeren, M., Riediker, M., Clavaguera, S., Goede, H., Stahlmecke, B.
Concepts on how to establish a Framework on Release of Nanomaterials
5th International Conference NanoSafe 2016, Grenoble, France,
07. – 10.11.2016

Kuhlbusch, T.A.J., Hellack, B., Quass, U., Sugiri, D., Hoffmann, B., Albrecht, C., Schins, R.
Oxidative potential – A further toxicological and epidemiological metric
IRAS, Utrecht, Niederlande,
15.03.2016

Kuhlbusch, T.A.J. und das nanoGRAVUR Team
nanoGRAVUR – nanostrukturierte Materialien – Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher – und Umweltschutz und Risikominimierung
nanoCare Clustertreffen 2016, Frankfurt,
04.05.2016

Kuhlbusch, T.A.J.
Ausgewählte Ergebnisse von nanoEHS-Projekten in Hinblick auf regulatorische Fragestellungen
10. Int. Nano-Behördendialog, Bern, Schweiz,
18. – 19.05.2016

Kuhlbusch, T.A.J., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Kolling, J., Albrecht, C., Schins, R.P.F., Hellack, B.
Oxidant Generating Capacity as a metric for grouping of nanomaterials – Results of the nanOxiMet project
nanOxiMet workshop, Frankfurt,
02.05.2016

Kuhlbusch, T.A.J., Kaminski, H., Sánchez Jiménez, A., Ding, Y., van Tongeren, M., Riediker, M., Clavaguera, S., Goede, H., Stahlmecke, B.
Framework on Release of nanomaterials: Concept, test procedures and link to exposure assessments
International Conference on Exposure Science – ISES, Utrecht, Niederlande, 09. – 13.10.2016

Kuhlbusch, T.A.J., Kaminski, H., Sánchez Jiménez, A., Ding, Y., van Tongeren, M., Riediker, M., Clavaguera, S., Goede, H., Stahlmecke, B.
Conceptual Considerations to establish a Framework on Release of Nanomaterials
International Conference on Exposure Science – ISES, Utrecht, Niederlande, 09. – 13.10.2016

Kunze, F., Spree, M., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.
From Lab to Pilot Scale – The Synthesis of Silicon Nanoparticles with a Microwave Plasma Reactor
MRS Fall Meeting, Boston, USA, 27.11.2016 – 02.12.2016

Leonhardt, J., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Entwicklung und Optimierung von miniaturisierten multidimensionalen chromatographischen Methoden und deren Kopplung mit der Massenspektrometrie
26. Doktorandenseminar des AK Separation Science, Fachgruppe „Analytische Chemie“, Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), Hohenroda, 10. – 12.01.2016

Leonhardt, J.
Development and optimization of miniaturized chromatographic methods and the hyphenation to mass spectrometry
AFWC Meeting, Langenau, 05. – 07.04.2016

Leonhardt, J., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Development of a non-target time-of-flight mass spectrometric detection method for a miniaturized two-dimensional liquid chromatographic approach
NonTarget 2016, Monte Verità, Ascona, Schweiz, 29.05. – 03.06.2016

Nickel, C., Kuhlbusch, T.A.J.
Praktikabler Umgang mit Nanomaterialien im Wasser – Anforderung an die Forschung
nANO meets Water, Oberhausen, 18.02.2016

Nickel, C., Herrchen, M., Hund-Rinke, K., Kühnel, D., Schwirn, K., Kuhlbusch, T.
Grouping of nanomaterials regarding their fate and behaviour in the environment – first hypotheses and future work
SETAC, Nantes, Frankreich, 24.05.2016

Nickel C.
Verhalten und Verbleib von Nanomaterialien in der Umwelt. Fallstudie: Kläranlagen
Expertenworkshop „Entsorgung nanohaltiger Abfälle“ IFAT München, 01.06.2016

Nickel C.
Fate and behaviour of nanomaterials in the environment Case study: sewage treatment plant
OECD Workshop “Recent scientific insights into the fate and risks of waste containing nanomaterials", OECD Paris, November 2016

Peil, S.
HyKoHTPEM – HT-PEM-Brennstoffzellensystem mit Metallhydrid-Wasserstoffspeicher
16. Jahrestreffen des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, Düsseldorf, 17.11.2016

Peinecke, K., Felderhoff, M., Urbanczyk, R., Meggouh, M., Moury, R., Peil, S.
Demonstration of Mg_2FeH_6 as heat and hydrogen storage material at temperatures up to 550 °C
World Hydrogen Conference WHEC 2016 Saragossa (Spanien), 13. – 16.06.2016

Pieper, B., Bittig, M.
A basic equation for mercury(II) absorption
VGB Workshop “Mercury Control”, Berlin, 15. – 16.06.2016

Posch, T., Itzel, F., Gehrmann, L., Reinders, L., Brandt, J., Türk, J.
Bestimmung von östrogen wirksamen Substanzen in Wasserproben mittels GC-MS/MS
2. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar, Mülheim an der Ruhr,
14. – 15.09.2016

Quass, U., Kuhlbusch, T.
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
Fachgespräch „Black Carbon“, Umweltbundesamt, Dessau,
08. – 09.02.2016

Quass, U.
Ultrafeine Partikel: Von der Quelle bis zur Exposition
Symposium“ Ultrafeine Partikel in Außenluft und Innenräumen“, TU Berlin,
22. – 23.09.2016

Quass, U.
Dioxins, PCB, PCB substitutes: Topics, results and challenges of recent UBA projects
Workshop of the Core Working Group „Dioxin Patterns“, Wageningen,
19.04.2016

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“
FKZ 3714 43 2050
Waldhof-Tagung der Messnetze, Waldhof,
31.05./02.06.2016

Quass, U. et al.
Long-term Measurements of Ultrafine Particles in the Ruhr Area (Germany)
Monitoring Ambient Air 2016: Air Quality Monitoring- Evolving Issues and New Technologies, London, Großbritannien,
13.12.2016

Quass, U., Kaminski, H., Küpper, M., Luther, F.
Messbasierte Untersuchung des Einflusses von Holzfeuerungen auf die Black Carbon Konzentration – Erste Ergebnisse Winter 2015/2016
VDI Expertenforum Feinstaub, Bonn,
05.10.2016

Schiemann, J.
Quecksilber aus LCD
AK EAG-Behandlungsanforderungen UBA,
02.05.2016

Schiemann, J.
Kühlgeräteverwertung – Herausforderung oder Problem – 1990-2016
Praxisworkshop Elektroaltgeräte-Aufbereitung, DECHEMA,
02.11.2016

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Partikelprobenahme in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen zur Charakterisierung korrosions-relevanter Spezies
ProcessNet-Jahrestreffen Partikelmesstechnik, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland,
17.02.2016

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Charakterisierung der korrosions-relevanten Partikelphase in Feuerung und Kessel
15. VDI-Fachkonferenz Feuerung und Kessel Berlin, Deutschland,
14.06.2016

Stahlmecke, B., Nickel, C., Kuhlbusch, T., Asbach, C.
Release of and possible exposure to nanomaterials throughout their life cycle
7. NRW Nanokonferenz, Münster,
07. – 08.12.2016

Teutenberg, T.
A Critical Appraisal of Micro Liquid Chromatography in One- and Two-Dimensional Applications Coupled to Mass Spectrometry
14th International Symposium on Hyphenated Techniques in Chromatography and Separation Technology, HTC-14, Ghent, Belgien, 27. – 29.01.2016

Teutenberg, T., Gassner, O., Leonhardt, J.
Optimization of the separation space and separation time in online LC x LC – how fast can we go?
Analytica conference 2016, München, 10. – 13.05.2016

Teutenberg, T., Leonhardt, J.
Trennung von Isobaren mittels IMS-MS und HPLC: ein kritischer Vergleich
Novia-Analytiktage 2016, Bad Soden, 22. – 24.11.2016

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Bläsing, C.
Entwicklung schneller HPLC-Methoden mittels Mikro-LC und Tandemmassenspektrometrie
Chrom Forum München, 25.11.2016

Türk, J., Gehrmann, L., Itzel, F., Hetzel, T., Posch, T., Teutenberg, T.
Möglichkeiten und Grenzen bei der instrumentellen und wirkungsbezogenen Analytik von Hormonen
2. Mülheimer Wasseranalytisches Seminar, Mülheim an der Ruhr, 14. – 15.09.2016

4.2 Veröffentlichungen 2016

Alt, K., Antakyali, D., Barnscheidt, I., Bartnik, P., aus der Beek, T., Beier, S., Benstöm, F., Bloser, M., Boekels, A., Börgers, A., Haber, K., Harff, K., Harmjanßen, K., Hemmann, R., Hennemann, N., Herbst, H., Kaste, A., Mauritz Kaub, J., Keysers, C., Klaer, K., Knollmann, J., Kolisch, G., Krüger, M., Lyko, S., Maus, C., Mentfewitz, G., Mertsch, V., Nahrstedt, A., Schmidt, A., Simsheuser, C., Sürder, T., Taudien, Y., Türk, J., Uerschels, D., Urueta, F., Voigt, A., Waermer, F.
Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination
2. überarbeitete Auflage, ARGE Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2016

Antakyali, D., Ante, S., aus der Beek, T., Bergmann, A., Börgers, A., Herbst, H., Schulz, J., Türk, J.
Mikroschadstoffentfernung machbar? Wesentliche Inhalte einer Machbarkeitsstudie für Anlagen zur Mikroschadstoffelimination
ARGE Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 2016

Asbach, C., Clavaguera, S., Todea, A.M.
Measurement Methods for Nanoparticles in Indoor and Outdoor Air
In: *Handbook of Environmental Chemistry* (Ed. M. Viana) 48, Springer International Publishing Switzerland, DOI 10.1007/698_2015_423, S. 19-50, 2016

Asbach, C., Todea, A.M.
Persönliche Exposition gegenüber ultrafeinen Partikeln im Alltag
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 76 (9), S. 315-321, 2016

Asbach, C., Kaminski, H., Lamboy, Y., Schneiderwind, U., Fierz, M., Todea, A.M.
Silicone sampling tubes can cause drastic artifacts in measurements with aerosol instrumentation based on unipolar diffusion charging
Aerosol Science & Technology 50(12), S. 1375-1384, 2016

Asbach, C., Mölter-Siemens, W., Todea, A.M., Schmitz, A., Schmidt, F.
Strategy for measuring the collection efficiency of HVAC, HEPA and ULPA filter media and cassettes for nanoparticles down to 5 nm
Proceedings of Filtech 2016 (submitted) 2016

Baalousha, M., Cornelis, G., Kuhlbusch, T.A.J., Lynch, I., Nickel, C., Peijnenburg, W., van den Brink, N.W.
Modeling Nanomaterial Fate and Uptake in the Environment: Current Knowledge and Future Trends
Environ. Sci.: Nano, 2016,3, 323-345 2016

Baalousha, M., Cornelis, G., Kuhlbusch, T.A.J., Lynch, I., Nickel, C., Peijnenburg, W.
Modeling environmental behaviour, fate and effects of nanomaterials
Environmental Science Nano 3, S. 323-345, 2016

Berger, C., Erich, E., Grüning, F., Klein, H.-J.
r^3 BECE – Separate Rückgewinnung von Zinn und Kupfer aus verbrauchten Zinn-Stripperlösungen der Leiterplattenindustrie
in: Dürkoop, A., Brandstetter, C.P., Gräbe, G., Rentsch, L. (Hrsg.), „Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien“,
ISBN 978-3-8396-1102-9, Fraunhofer Verlag, 8/2016

Bittig, M., Pieper, B., Bathen, D.
Quecksilberabscheidung aus Abgasen
Müllhandbuch 12/2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilber-Abscheidung in Abgaswäschern – über die Wechselwirkung von Chemie und Prozessführung
Chemie im Kraftwerk, VGB, 03/2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilberabscheidung hinter Abfallverbrennungsanlagen – welche Perspektiven bietet die Forschung
Energie aus Abfall 13, TK-Verlag, Neuruppin, 2016

Bittig, M., Haep, S., Bathen, D.
Mercury removal in wet flue gas cleaning systems – the interaction of chemistry and process control
VGB PowerTech 96 (2016) 3, S. 74-77

Blauth, F., Kirschbaum, S.
Gekoppelte Versorgungssysteme zur Stärkung solarer Energienutzung
BWK, Bd. 68 (2016) Nr. 12, S. 45

Bläker, C., Luckas, M., Pasel, C., Dreisbach, F., Bathen, D.
Entwicklung eines Messgeräts zur Kopplung von kalorimetrischen und volumetrischen Sorptionsmessungen
Chem. Ing. Tech. 88 (2016) 3, S. 282-290

Chowanietz, V., Eckardt, T., Pasel, C., Siegel, A., Bathen, D.
Formation of carbonyl sulfide (COS) on different adsorbents in natural gas treatment plants
Oil & Gas (European Magazine) 42 (2016) 2, S. 82-85

Chowanietz, V., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Temperature dependent adsorption of sulfur components, water and carbon dioxide on a silica alumina gel used in natural gas processing
J. of Chem. & Eng. Data 61 (2016), S. 3208-3216

Cokic, S.M., Hoet, P., Godderis, L., Wiemann, M., Asbach, C., Reichl, F.X., Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K.L.
Cytotoxic effects of composite dust on human bronchial epithelial cells
Dental Materials 32(12), S. 1482-149, 2016

Cox, C., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Spectroscopic measurement of sulfur species from SO_2 absorption in different electrolyte solutions, seawater and brine
Fluid Phase Equilibria 414 (2016) 4, S. 65-74

Ding, Y., Stahlmecke, B., Kaminski, H., Jiang, Y., Kuhlbusch, T.A.J., Riediker, M.
Deagglomeration testing of airborne nano-particle agglomerates: Stability analysis under varied aerodynamic shear and relative humidity conditions
Aerosol Science and Technology 50 (2016), pp 1253-1263, DOI: 10.1080/02786826.2016.1216072

Ding, Y., Kuhlbusch, T.A.J., Van Tongeren, M., Sánchez Jiménez, A., Tuinman, I., Chen, R., Larraza 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 322, (2016) S. 17-28

vom Eyser, C.
Behavior of micropollutants during hydro-thermal carbonization of sewage sludge
Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2016

vom Eyser, C., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Fate and behaviour of diclofenac during hydrothermal carbonization
Chemosphere, 2016, 153, S. 280-286

Fonseca, A.S., Viana, M., Pérez, N., Alastuey, A., Querol, X., Kaminski, H., Todea, A.M., Monz, C., Asbach, C.
Intercomparison of a portable and two stationary mobility particle sizers for nanoscale aerosol measurements
Aerosol Science and Technology Vol. 50, Nr. 7, S. 653-668, 2016

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Simon, A., Kunze, G., Dopp, E., Wagner, M., Tuerk, J.
(Anti-)estrogenic and (anti-)androgenic effects in wastewater during advanced treatment: comparison of three in vitro bioassays
Environmental Science and Pollution Research, 2016, S. 1-11

Hennig, F., Sugiri, D., Tzivian, L., Fuks, K., Moebus, S., Jöckel, K.-H., Vienneau, D., Kuhlbusch, T., Hoogh de, K., Memmesheimer, M., Jakobs, H., Quass, U., Hoffmann, B.
Air pollution modelling in the Ruhr Area: Land-Use Regression vs. Dispersion Chemistry Transport
Gesundheitswesen 2016; 78 - A159; DOI: 10.1055/s-0036-1586669

Hennig, F., Sugiri, D., Tzivian, L., Fuks, K., Moebus, S., Jöckel, K.-H., Vienneau, D., Kuhlbusch, T., Hoogh de, K., Memmesheimer, M., Jakobs, H., Quass, U., Hoffmann, B.
Comparison of Land-Use Regression Modeling with Dispersion and Chemistry Transport Modeling to Assign Air Pollution Concentrations within the Ruhr Area
Atmosphere 2016, 7, 48; DOI:10.3390/atmos7030048

Hetzel, T., vom Eyser, C., Tuerk, J., Teuten-berg, T., Schmidt T. C.
Micro-liquid chromatography mass spectrometry for the analysis of anti-neoplastic drugs from wipe samples
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2016, 408 (28), S. 8221-8229

Hetzel, T., Loeker, D., Teutenberg, T., Schmidt, T.C.
Characterization of efficiency of micro liquid chromatography columns by van Deemter and Kinetic plot analysis
Journal of Separation Science, 2016, 39 (29), S. 3889-3897

John, A., Kaminski, H., Nickel, C., Quass, U., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T.A.J., Asbach, C.
Emissionen von Nanopartikeln aus Anla-gen und Prozessen – von der Produktion bis zum Recycling
VDI-Bericht 2272: „Emissionsminderung 2016“, VDI-Verlag, Düsseldorf, ISBN 978-3-18-092272-0, 203-214, 2016

Kirschbaum, S., Agudelo, J., Wrobel, G., Blauth, F., Kölsch, R.
Structural Optimization of Solar Driven Energy and Desalination Systems
International Journal of Thermal & Environ-mental Engineering, Volume 11, No. 1 (2016) 1-4

Korczowska, E., Jankowiak-Gracz, H., Tuerk, J., Meier, K.
Contamination with cytotoxic drugs in the workplace – ESOP pilot study
European Journal of Hospital Pharmacy, 2016, 23(1): A195.1-A195,
DOI: 10.1136/ejhpharm-2016-000875

Leonhardt, J.
Development and optimization of multi-dimensional methods based on online comprehensive microscale liquid chromatography and mass spectrometry
Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2016

Leonhardt, J., Teutenberg, T., Buschmann, G., Gassner, O., Schmidt, T.C.
A new method for the determination of peak distribution across a two-dimensional separation space for the identification of optimal column combinations.
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2016, 408 (28), S. 8079-8088

Levin, M., Witschger, O., Bau, S., Birkedal, R.K., Clausen, P.A., Vippola, M., Jankowska, E., Koponen, I.K., Mølhave, K., Asbach, C., Jensen, K.A.
Can we trust measurements of the (lung-deposited) surface area concentrations in dust from powder materials?
Aerosol and Air Quality Research 16, S. 1105-1117, 2016

Mölter-Siemens, W., Kasselmann, S., Berlin, S., Asbach, C.
An approach towards eco-labeling of compressed air filters based on carbon footprint
Journal of Environmental Engineering and Science B5, S. 57-68, 2016

Nehr, S. Gladtke, D., Hellack, B., Herrmann, H., Hoffmann, B., Kuhlbusch, T.A.J., Schins, R.P.F., Wiesen, P., Zellner, R.
Tropospheric aerosols – Current research and future air quality policy
Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 76 Nr. 6/2016, 231-237, 2016

Ohlwein, S., Klümper, C., Vossoughi, M., Sugiri, D., Stolz, S., Vierkötter, A., Schikowski, T., Kara, K., Germing, A., Quass, U., Krämer, U., Hoffmann, B.
Air pollution and diastolic function in elderly women – Results from the SALIA study cohort.
International Journal of Hygiene and Environmental Health 219 (2016) S. 356-363

Ortmann, R., Pasel, C., Luckas, M., Bentgens, J., Bathen, D.
Ad- and desorption of isoflurane on carbonaceous adsorbents and zeolites at low concentrations in gas phase
J. of Chem. & Eng. Data 61 (2016), S. 686-692

Quass, U., Meyer, J., Kuhlbusch, T.
Zuordnung und Quantifizierung der Dioxineinträge auf dem Luftpfad mittels Betrachtung der emissionsseitigen und immissionsseitigen Kongenerenmuster
UBA-Texte 23/2016, ISSN 1862-4804

Riebeling, C., Wiemann, M., Schnekenburger, J., Kuhlbusch, T.A.J., Wohlleben, W., Luch, A., Haase, A.
A redox proteomics approach to investigate the mode of action of nanomaterials
Toxicology and Applied Pharmacology 299, S. 24-29, 2016

Sager, U., Däuber, E., Bathen, D., Asbach, C., Schmidt, F., Tseng, J.C., Pommerin, A., Weidenthaler, C., Schmidt, W.
Influence of the degree of infiltration of modified activated carbons with CuO/ZnO on the separation of NO_2 at ambient temperatures
Adsorption Science & Technology 34, S. 307-319, 2016

Sager, U., Däuber, E., Bathen, D., Asbach, C., Schmidt, W., Weidenthaler, C., Tseng, J.-C., Pommerin, A.
Sorptive Abscheidung von Ammoniak-Immissionen an Aktivkohle und deren Modifikationen bei Umgebungsbedingungen
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 76(9), S. 338-343, 2016

Sager, U., Däuber, E., Bathen, D., Asbach, C., Schmidt, F., Tseng, J., Pommerin, A., Weidenthaler, C., Schmidt, W.
Influence of the degree of infiltration of modified activated carbons with CuO/ZnO on the separation of NO_2 at ambient temperatures
Adsorption Science and Technology 34 (2016) 4-5, S. 307-319

Sager, U., Däuber, E., Bathen, D., Asbach, C., Schmidt, W., Weidenthaler, C., Tseng, J.C., Pommerin, A.
Sorptive Abscheidung von Ammoniakimmissionen an Aktivkohle und deren Modifikationen bei Umgebungsbedingungen
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 76 (2016) 9, S. 338-343

Salma, A., Thoröe-Boveleth, S., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Dependence of transformation product formation on pH during photolytic and photocatalytic degradation of ciprofloxacin
Journal of Hazardous Materials, 2016, 313, S. 49-59

Schmidt, F., Sager, U., Suhartiningsih S.
Die Effizienz von KFZ-Innenraumfiltern bei zunehmender Beladung mit Außenluft. Teil 2: Ermittlung der Leistungsdaten bei der Reinigung der Gasphase
Filtrieren und Separieren 30(2): 78-80 2016

Schmidt, F., Breidenbach, A., Engelke, T.
Die Effizienz von KFZ-Innenraumfiltern bei zunehmender Beladung mit Außenluft, Teil 1: Ermittlung der Leistungsdaten bei der Partikelabscheidung
F & S Filtrieren und Separieren, Jahrgang 30 (2016), Nr. 1, S. 13-16

Schmidt, F., Breidenbach, A., Engelke, T., Däuber, E.
Die Effizienz von Filtern für raumlufttechnische Anlagen bei zunehmender Beladung – Vergleich von Filtern aus dem Betrieb und Labortests
Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft; 76, Nr. 3 (2016), S. 92-96

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Khot, A., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Particle sampling in boilers of waste incineration plants for characterizing corrosion relevant species
Corrosion Science Vol. 110, S. 82-90, 2016;

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Partikelprobenahme in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen zur Charakterisierung korrosionsrelevanter Spezies
VDI-Wissensforum: „Feuerung und Kesselbeläge und Korrosion in Großfeuerungsanlagen“ VDI-Verlag, Düsseldorf, 2016

Stafoggia, M., Schneider, A., Cyrys, J., Samoli, E., Andersen, Z. J., Bedada, G. 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., on behalf of the UF&HEALTH Study Group
Association between short-term exposure to ultrafine particles and mortality in eight European urban areas
Epidemiology 2017 (28), S. 172-180; DOI: 10.1097/EDE.0000000000000599

Tekle-Röttering, A., von Sonntag, C., Reisz, E., vom Eyser, C., Lutze, H.V., Türk, J., Naumov, S., Schmidt, W., Schmidt, T.C.
Ozonation of anilines: Kinetics, stoichiometry, product identification and elucidation of pathways
Water Research, 2016, 98, S. 147-159

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J., Schulze, P.
Steht die Ampel auf Grün? Der Wege der Mikro-LC in die Routineanalytik
GIT Labor-Fachzeitschrift 3/2016, S. 22-25

Teutenberg, T.
Das Projekt „Fortschrittliche Chromatographie” – Was, warum und wie aus der Sicht eines Forschungsinstitutes
GIT Labor-Fachzeitschrift 10/2016, S. 49-52

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
Von der Farbschreibung zur modernen Chromatographie – Ein historischer Überblick
GIT Labor-Fachzeitschrift 10/2016, S. 53-56

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J., Schulze, P.
Are the lights on green? Micro-LC's road to routine analysis
G.I.T. Laboratory Journal 5-6/2016, S. 18-21

Teutenberg, T.
The project "Advanced Chromatography" – The what, why and how from the point of view of the research institute
G.I.T. Laboratory Journal 11-12/2016, S. 29-30

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D., Leonhardt, J.
From Tswett's „Farbschreibung" to modern chromatography
G.I.T. Laboratory Journal 11 – 12/2016, S. 31-33

Teutenberg, T.
Neglected Micro-LC – Is now the right time for HPLC's diminutive cousin to make a comeback in routine analysis?
The Analytical Scientist 6/2016, 304

Treese, J., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Chemical surface characterization of activated carbons by adsorption excess of probe molecules
Chem. Eng. Tech. 39 (2016) 6, S. 1144-1150

Tuerk, J., Boergers, A., Leonhanrd, J., Portner, C., Gehrmann, L., Teutenberg, T.
Target analysis, suspected-target and non-target screening for evaluation and comparison of full-scale ozonation at three wastewater treatment plants
Assessing Transformation Products of Chemicals by Non-Target and Suspect Screening − Strategies and Workflows Volume 2, Chapter 2, 2016, 29-47, ACS Symposium Series, Volume 1242

Urbanczyk, R., Meggouh, M., Moury, R., Peinecke, K., Peil, S., Felderhoff, M.
Demonstration of Mg_2FeH_6 as heat storage material at temperatures up to 550 °C
Applied Physics A (2016) 122:315

Urbanczyk, R., Peinecke, K., Meggouh, M., Minne, P., Peil, S., Bathen, D., Felderhoff, M.
Design and operation of an aluminium alloy tank using doped Na_3AlH_6 in kg scale for hydrogen storage
Journal of Power Sources 324 (2016), S. 589-597

Van Landuyt, K.L., Asbach, C., Cokic, S., Godderis, L., Hoet, P., Reichl, F.X., Van Meerbek, B., Vennemann, A., Wiemann, M.
Interaction of rat alveolar macrophages with composite dust
Particle and Fibre Toxicology 13: 62, 2016

Wohlleben, W., Driessen, M.D., Raesch, S., Schaefer, U.F., Schulze, C., von Vacano, B., Vennemann, A., Wiemann, M., Ruge, C.A., Platsch, H., Mues, S., Ossig, R., Tomm, J.M., Schnekenburger, J., Kuhlbusch, T.A.J., Luch, A., Lehr, C.-M., Haase, A.
Influence of agglomeration and specific lung lining lipid / protein interaction on short-term inhalation toxicity
Nanotoxicology 10(7), S. 970-980, 2016

Wohlleben, W., Meyer, J., Muller, J., Müller, P., Vielsmeier, K., Stahlmecke, B., Kuhlbusch T.A.J.
Release from nanomaterials during their use phase: combined mechanical and chemical stresses applied to simple and multi-filler nanocomposites mimicking wear of nano-reinforced tires
Environmental Science Nano 3 (2016), pp 1036-1051, DOI: 10.1039/c6en00094k

Wyrwoll, A.J., Lautenschläger, P., Bach, A., Hellack, B., Dybowska, A., Kuhlbusch, T.A.J., Hollert, H., Schäffer, A., Maes, H.M.
Size matters – The phototoxicity of TiO_2 nanomaterials
Environmental Pollution 208, S. 859-867, 2016

4.3 Poster 2016

Albert, R., Dwivedi, A., Urbanczyk, R., Felderhoff, M.
„Influence of hydrogen pressure on the effective thermal conductivity of metal hydride systems for heat storage application“
15th International Symposium on Metal-Hydrogen Systems, Interlaken (Schweiz), 07. – 12. August 2016

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Dahmann, D., Neumann, V., Fierz, M., Clavaguera, S., Plitzko, S., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Iavicoli, I., Fontana, L., Todea, A.M.
Applicability of personal monitors for assessing the exposure to indoor nanoparticles; 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate
Ghent, Belgium
03. – 08.07.2016

Asbach, C., Moelter-Siemens, W., Todea, A.M., Schmitz, A., Schmidt, F.
Determination of the collection efficiency of HVAC filters for nanoparticles ≥ 5 nm, 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate
Ghent, Belgium,
03. – 08.07.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Fierz, M., Todea, A.M.
Sampling tubes for personal nanoparticle exposure monitors can introduce drastic measurement errors
4th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Barcelona, Spain,
20. – 22.04.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Neumann, V., Dahmann, D., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Todea, A.M.
Feldtauglichkeit personengebundener Monitore zur Bestimmung der individuellen Exposition gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Neumann, V., Dahmann, D., Meyer-Plath, A., Simonow, B., Todea, A.M.
Konzeptionierung und Bau eines Prüfstandes für faserförmig, nanoskalige Aerosole
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Azaria, L.H., Bannuscher, A., Berger, F., Chainiaux, F., Dinischiotu, A., Hellack, B., Hermenean, A., Jungnickel, H., Kneuer, C., Korenstein, R., Kuhlbusch, T.A.J., Luch, A., Neubauer, N., Nickel, C., Nollau, P., Piret, J.-P., Radu, M., Rebedea, M., Renard, B., Riebeling, C., Salmon, M., Teixeira, J.P., Tomm, J., Toussaint, O., von Bergen, M., Wohlleben, W., Haase, A.
NanoToxClass: Establishing NM grouping / classification strategies according to toxicity and biological effects for supporting risk assessment
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Bahners, T., Opiolka, S., Bankodad, A., Prager, L., Gutmann, J.S.
Light guiding and emitting textile structures with TiO_2 coating for innovative full-flow filters for photocatalytic air purification
10. Aachen-Dresden International Textile Conference, Dresden,
24. – 25.11.2016

BASF, BAuA, DGUV, IGF, IME, IUTA, TUD, UBA, UFZ, ZOZ
nanoGRAVUR AP2/AP6: Gruppierung/ Testung von Freisetzung, Transport, Transformation und Exposition
NanoCare-Clustertreffen 2016, Frankfurt,
03. – 04.05.2016

Berg, F., Chowanietz, V., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Ad- und Desorption von Schwefelkomponenten in der Erdgasreinigung
ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
14.09.2016

Berry, A., Horstmeier, J., Hoppe, H.
Praxisnahe Untersuchungen zur Realisierung eines Adsorptionsverfahrens zur energieeffizienten trockenen CO_2-Abtrennung aus Abgasen aus der Zementindustrie
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Adsorption und Gasreinigung, Duisburg,
17. – 18.02.2016

Birkmann, F., Luckas, M., Pasel, C.
Bathen, D.
Untersuchungen zur kryogenen Adsorption kurzkettiger Kohlenwasserstoffe
ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
14.09.2016

Bläker, C., Pasel, C., Luckas, M., Dreisbach, F., Bathen, D.
Kopplung von kalorimetrischen und volumetrischen Adsorptionsmessungen
ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
14.09.2016

Bruchmann, A., vom Eyser, C., Teutenberg, T., Tuerk, J.
Determination of pharmaceuticals in wastewater using online SPE coupled to liquid chromatography mass spectrometry
ASMS, San Antonio, USA,
05. – 09.06.2016

Bucher, D., Ortmann, R., Fröba, M., Enke, D., Pasel, C., Bathen, D.
Trace level sorption of isoflurane on carbonaceous adsorbents and zeolites
Fundamentals of Adsorption FOA 12, Friedrichshafen,
31.05.2016

Bucher, D., Fröba, M., Enke, D., Pasel, C., Bathen, D.
Untersuchungen zur Adsorption von Inhalationsanästhetika im Spurenbereich
ProcessNet-Jahrestagung, Aachen,
14.09.2016

Clavaguera, S., Todea, A.M., Simonow, B., Meyer-Plath, A., Faure, B., Guiot, A., Asbach, C.
Assessment of personal exposure to airborne nanomaterials: "Sampling and/or monitoring?"
5th International Conference NanoSafe 2016, Grenoble, France,
07. – 10.11.2016

Dahmann, D., Monz, C., Neumann, V., Asbach, C., Möhlmann, C., Lidén, G.
Intercomparison of mobile and stationary condensation particle counters (CPC)
4th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Barcelona, Spain,
20. – 22.04.2016

Fennrich, S.R.M., Stoppelkamp, S., Hennig, U., Wahrenberger, A., Asbach, C., Finger, H.
„Biosensor human blood": Assessment of indoor air quality with a human-specific method
14th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Ghent, Belgium,
03. – 08.07.2016

Fennrich, S.R.M., Stoppelkamp, S., Hennig, U., Wahrenberger, A., Asbach, C., Finger, H.
Development of a human blood sensor for the assessment of air quality
4th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Barcelona, Spain,
20. – 22.04.2016

Finger, H., Schneiderwind, U., van der Graaf, T., Asbach, C.
Tests of New and Aged Indoor Air Cleaners with New and Aged Filters
14th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Ghent, Belgium,
03. – 08.07.2016

Finger, H., Schneiderwind, U., van der Graaf, T., Asbach, C.
Qualification of indoor air cleaners with new and aged filters
4th Workplace and Indoor Aerosols Conference, Barcelona, Spain,
20. – 22.04.2016

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Simon, A., Gotthard Kunze, Dopp, E., Wagner, M., Tuerk, J.
Application of different reporter-gene assays for the determination of estrogen and androgen active substances of ozone treated hospital wastewater
9th Biotedetectors Conference, Lausanne, Schweiz,
14.04. – 15.04.2016

Hennig, F., Quass, U., Kaminski, H., Küpper, M., Kuhlbusch, T., Sugiri, D., Hoffmann, B.
Ultrafine particle and lung deposited particle surface area concentrations and daily cause-specific mortality in the Ruhr Area
Germany, 2009 – 2015, 28th Annual Conference International Society for Environmental Epidemiology (ISEE), Rom,
1 – 4.09.2016

Hetzel, T., Loeker, D., Schmidt, T.C., Becker, F., Teutenberg, T.
Characterization of efficiency of micro liquid chromatography columns by van Deemter analysis
32nd International Symposium on Microscale Separations and Bioanalysis (MSB 2016), Queen's Landing in Niagara-on-the-Lake, Canada,
03. – 07.04.2016

Hetzel, T., Leonhardt, J., Loeker, D., Teutenberg, T., Bohrisch, J.
Analytical characterization of stationary phases packed with pearl cellulose particles.
31st International Symposium on Chromatography (ISC 2016), Cork, Irland,
28.08. – 01.09.2016

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
31st International Symposium on Chromatography (ISC 2016), Cork, Irland,
28.08. – 01.09.2016

Hugo, A., Bittig, M., Behrla, D., Haep, S.
Energieoptimiertes Wäschersystem zur Partikelabscheidung bis in den submikronen Größenbereich auf Basis eines weiterentwickelten Rohrspaltventuris
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Adsorption und Gasreinigung, Duisburg,
17. – 18. Februar 2016

John, A., Quass, U., Kreckel, S., Demirel, T., Stahlmecke, B., Nickel, C., Kaminski, H., Küpper, M.
NanoFASE, Horizont 2020.NRW – Erfolge im Blick
Düsseldorf,
16.11.2016

John, A., Quass, U., Kreckel, S., Demirel, T., Stahlmecke, B., Nickel, C., Kaminski, H., Küpper, M.
Nanomaterial Fate and Speciation in the Environment
AAMG conference „Monitoring Ambient Air 2016", London, Großbritannien,
12. – 13.12.2016

Kunze, F.
Microwave plasma synthesis of silicon nanoparticles on a pilot scale
The Materials Chain: From Discovery to Production
Bochum, Deutschland,
30.05.2016 – 01.06.2016

Kunze, F., Spree, M., Hülser, T., Wiggers, H., Schnurre, S.M.
Microwave plasma synthesis of silicon nanoparticles at pilot scale
Plasma Processing Science, Gordon Research Seminar/Conference
Andover, NH, USA,
23.07.2016 – 29.07.2016

Meyer-Plath, A., Simonow, B., Wenzlaff, D., Plitzko, S., Todea, A.M., Faure, B., Clavaguera, S., Fierz, M., Asbach, C.
Laboratory Tests of Stationary and Personal nanoparticle Instruments for the Assessment of airborne NanoFibre exposures
5th International Conference NanoSafe 2016, Grenoble, France,
07. – 10.11.2016

Meyer-Plath, A., Simonow, B., Wenzlaff, D., Todea, A.M., Faure, B., Asbach, C., Clavaguera, S., Dziurowitz, N., Fierz, M., Fonseca, A.S., Viana, M., Plitzko, S., Thim, C.
Assessment of Workplace Exposure to Carbon Nanotubes with Personal and Stationary Instruments
International BAuA Symposium "WHO fibres from nanomaterials and other advanced materials: Do we have to tackle a new asbestos problem in OSH?", Dortmund,
20.04.2016

Möhlmann, C., Neumann, V., Monz, C., Dahmann, D., Kaminski, H., Todea, A.M., Asbach, C.
Comparison of condensation particle counters (CPCs) intended for workplace measurements
European Aerosol Conference, Tours, France, 04. – 09.09.2016

Mölter-Siemens, W., Bankodad, A., Opiolka, S., Asbach, C.
Array of coded ring sensors for the local detection of charged airborne particles
European Aerosol Conference, Tours, France, 04. – 09.09.2016

Riebeling, Ch., Wiemann, M., Schnekenburger, J., Kuhlbusch, T.A.J., Wohlleben, W., Luch, A., Haase, A.
A redox proteomics approach to investigate the mode of action and to support grouping of nanomaterials
SOT 55th Annual Meeting and ToxExpo, Boston, USA,
13. – 17.03.2016

Riebeling, C., Wiemann, M., Kuhlbusch, T.A.J., Hellack, B., Luch, A., Haase, A., Landsiedel, R., Wohlleben, W.
Surface reactivity as criterion for grouping and read-across
International Conference on Health & Safety issues related to Nanomaterials, Nanosafe 2016– Grenoble, France,
07. – 10.11. 2016

Salma, A., Lutze, V. H., Schmidt, T.C., Tuerk, J.
Photolytic degradation of the β-blocker Nebivolol in aqueous solution
Wasser 2016, Bamberg, Deutschland,
2. – 4.5.2016

Schnurre, S.M., Hülser, T, Nickel, C.
Synthesis of future nano materials – Roadmapping of value chain materials platforms
The Materials Chain: From Discovery to Production, Bochum, Deutschland,
30.05.2016 – 01.06.2016

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Jarzyna, D., Khot, A., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
A novel probe to investigate corrosion relevant particles in boilers of waste incineration plants
22nd European Aerosol Conference (EAC), France,
04. – 09.09.2016

Soppa, V.J., Schins, R.P.F., Hennig, F., Hellack, B., Quass, U., Kaminski, H., 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
International Society for Environmental Epidemiology (ISEE)
Rome, Italy,
01. – 04.09.2016

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen

Asbach, C.
Indoor Air Quality: Anforderung an die Filtration
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg,
03.11.2016

Bahners, T., Opiolka, S., Bankodad, A., Prager, L., Gutmann, J.S.
Light guiding and emitting textile structures with TiO_2 coating for innovative full-flow filters for photocatalytic air purification
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg,
03.11.2016

Behrla, D., Kreckel, S., Bittig, M., Kasprick, M., Suprun, W., Gläser, R.
Untersuchungen zur katalytischen Niedertemperaturentstickung mit neuartigen partikelförmigen Katalysatormaterialien
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg,
03.11.2016

vom Eyser, C., Hetzel, T., Tuerk, J.
ESOP Project – Cytotoxic Drug Contamination in European Hospitals: sample results
Projekt Workshop, NZW Hamburg,
29. – 31.01.2016

vom Eyser, C., Hetzel, T., Bläsing, T., Itzel, F., Teutenberg, T., Türk, J.
Bestimmung von Spurenstoffen in Wasser mittels µSPE-LC-MS Kopplung – Erfahrungen und Ergebnisse
Workshop AB Sciex und Axel Semrau, Duisburg,
17.11.2016

Hellack, B
Effekte von Partikeln aus Innenraumaktivitäten (EPIA)
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg
03.11.2016

Hetzel, T., Teutenberg. T.
Methodenentwicklung und Validierung in der HPLC – Beispiel Zytostatika
Klinkner & Partner HPLC-Schulung, Potsdam,
07.10.2016

Hetzel, T., Teutenberg, T.
Grundlagenschulung der HPLC
UCB Pharma, Monheim,
27.10.2016.

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
medac Fortbildungsreihe: Pharmazeutische Onkologie, Dresden,
28.10.2016

Kiffmeyer, T.
Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
IUTA Fortbildung: Sicherer Umgang mit Zytostatika, Duisburg,
07.11.2016

Kiffmeyer, T.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
Fortbildung der Apothekerkammer Niedersachsen 2016: Sicherer Umgang mit Zytostatika, Bremen,
09.11.2016

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
medac Fortbildungsreihe: Pharmazeutische Onkologie, Hamburg,
11.11.2016

Kiffmeyer, T.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
Fortbildung der Apothekerkammer Niedersachsen 2016: Sicherer Umgang mit Zytostatika, Hannover,
22.11.2016

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
medac Fortbildungsreihe: Pharmazeutische Onkologie, Stuttgart,
25.11.2016

Mölter-Siemens, W., Dudda, T., Habryka, D., Caspari, A., Asbach, C.
Einfluss von Reentrainment-Phänomenen bei der Qualifizierung von Druckluftfiltern
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg,
03.11.2016

Sager, U., Däuber, E., Asbach, C., Ligotski, R., Schmidt, F.,
Herausforderungen bei der Qualifizierung von Adsorptionsfiltern gemäß ISO 10121
8. IUTA-FiltrationsTag, IUTA, Duisburg
03.11.2016

Teutenberg, T.
Entwicklung schneller ein- und zweidimensionaler Methoden auf Basis der Nano- und Mikro-LC
Workshop "Quo Vadis HPLC? Chromatografie zwischen Vision und Routine." Radeberg,
10.03.2016

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D.
Der Weg der Mikro-LC in die Routineanalytik
Workshop "µLC – Chancen und Herausforderungen", München,
11.05.2016

Teutenberg, T., Hetzel, T., Loeker, D.
Entwicklung schneller HPLC-Methoden mittels Mikro-LC und Tandemmassenspektrometrie
Praxistag HPLC 2016, Würzburg,
28.06.2016

Türk, J.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
MundiCampus „Sicherheitstraining Zytostatika", Hamburg,
18. – 19.03.2016

Türk, J.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
MundiCampus „Sicherheitstraining Zytostatika", Hamburg,
18. – 19.03.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
23. – 24.04.2016

Türk, J.
LC-MS: Grundlagen und Anwendungen
Klinkner & Partner Seminar analytica special Seminar „LC-MS Kopplung", Analytica conference 2016, München,
11.05.2016

Türk, J.
Grundlagen der LC-MS Kopplung – Qualifizierung und Quantifizierung
Klinkner & Partner Seminar „LC-MS Kopplung", Saarbrücken,
27. – 28.09.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen; Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
30.09. – 01.10.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
30.09. – 01.10.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Sicherer Umgang mit Zytostatika: Teil I: Monitoring und Bewertung von Kontaminationen; Teil II: Vermeidung und Beseitigung von Kontaminationen
medac Fortbildungsreihe: Pharmazeutische Onkologie, Düsseldorf,
04.11.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Auftreten und Beseitigung von Zytostatika-Kontaminationen
IUTA-Fortbildung: Sicherer Umgang mit Zytostatika, Duisburg,
07.11.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen – Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
25. – 26.11.2016

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg,
25. – 26.11.2016

4.5 IGF-Forschungsberichte

Im Jahr 2016 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, „AiF-Forschungsvereinigung“ – „Projektliste/Publikationen“ zum Herunterladen bereit.

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 490 ZBG
Mikrosiebe mit hochselektiven S-Layern zur Rückgewinnung von strategisch relevanten Metallen
Laufzeit: 01.06.2013 – 29.02.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT,
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V., Institut für Radiochemie
Institut für Verfahrens-, Umwelt- und Bergbauforschung (IVUB), Sondershausen

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 498 ZN
Kontinuierliches Fertigungskonzept zur Herstellung großflächiger Compound-Bipolarplatten
Laufzeit: 01.08.2013 – 31.12.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg,
Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Physik, Dünnschichttechnologie,
Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Institut für Produkt Engineering

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17296 N
Ein neuartiges Stackkonzept für PEM-Brennstoffzellen zur Erhöhung der Leistungsdichte und zur Vereinfachung der kosteneffizienten Massenproduktion
Laufzeit: 01.09.2012 – 29.02.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17360 BG
Entwicklung einer Hochtemperatur-PEM Brennstoffzelle mit keramischen Bipolarplatten auf Basis von Multilayerstrukturen
Laufzeit: 01.09.2012 – 31.08.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg,
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17659 N
Experimentelle Untersuchung der Effizienz von RLT-Filtern als Grundlage für praxisorientierte Prüfmethoden sowie für die Weiterentwicklung der Filter durch Modellierung des Filtrationsverhaltens
Laufzeit: 01.01.2013 – 30.09.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17855 N
Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Erzeugung von Methan mit Strom aus regenerativen Quellen
Laufzeit: 01.08.2013 – 31.01.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17946 N
Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges zur dezentralen, solar unterstützten kombinierbaren Bereitstellung von Trinkwasser, Wärme, Kälte und Strom
Laufzeit: 01.01.2014 – 31.03.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 17947 N
Maßnahmen zur Erhöhung der Lebensdauer von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen unter schadstoffbelasteter Luft
Laufzeit: 01.01.2014 – 31.03.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF-Forschungsvorhabennummer: 18022 N
Erstellung eines modularen Simulationspakets für die Erfüllung und Vereinfachung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben in Reformer-Brennstoffzellensystemen
Laufzeit: 01.01.2014 – 31.03.2016
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Oel-Wärme-Institut gGmbH,
RWTH Aachen, Lehrstuhl für Prozessleittechnik

4.6 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

… der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ im Jahr 2016

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
490	ZBG	Mikrosiebe mit hochselektiven S-Layern zur Rückgewinnung von strategisch relevanten Metallen	FhG UMSICHT, HZDR, IVUB Sondershausen	01.06.2013	29.02.2016
17296	N	Ein neuartiges Stack-Konzept für PEM-Brennstoffzellen zur Erhöhung der Leistungsdichte und zur Vereinfachung der kosteneffizienten Massenproduktion	ZBT	01.09.2012	29.02.2016
17738	N	Entwicklung eines Festbettverfahrens für die Chemical Looping Verbrennung unter Verwendung nanoskaliger O_2-Carrier	IUTA	01.04.2015	30.09.2017
17851	N	Quantifizierung kleiner Kohlenstoffdioxid-Konzentrationen in feuchten Gasen	IPC HHU, ZBT	01.01.2014	31.10.2016
17855	N	Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Erzeugung von Methan mit Strom aus regenerativen Quellen	FhG UMSICHT	01.08.2013	31.01.2016
17917	N	Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen	OWI, IOC HMGU, IUTA	01.01.2014	31.05.2017
17945	N	Ressourcenschonende Kleinserienproduktion durch Kunststoff-Laser-Sintern – Stabilisierung der Langzeiteigenschaften von Lasergesinterten Bauteilen	FT UDE, LKT FAU Nürnberg	01.11.2013	31.12.2016
17946	N	Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges zur dezentralen, solar unterstützten kombinierbaren Bereitstellung von Trinkwasser, Wärme, Kälte und Strom	IUTA, GFaI	01.01.2014	31.03.2016
17947	N	Maßnahmen zur Erhöhung der Lebensdauer von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen unter schadstoffbelasteter Luft	ZBT	01.01.2014	31.03.2016
18002	N	Entwicklung eines integrierten Sensorsystems, das mittels thermischer Messprinzipien bei variablen Zusammensetzungen die Gasbeschaffenheit von Brenngasen bestimmt	ZBT, HSG IMIT, GWI	01.01.2014	30.09.2016
18022	N	Erstellung eines modularen Simulationspakets für die Erfüllung und Vereinfachung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben in Reformer-Brennstoffzellensystemen	OWI, PLT RWTH Aachen	01.01.2014	31.03.2016
18100	N	Entwicklung eines Kleingebläses mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme	ZBT, TFD Uni Hannover	01.03.2014	30.09.2016
18182	N	Realisierung einer Beladungskontrolle von AMC-Filtern durch Entwicklung eines Detektionssystems auf Basis elektrochemisch aktiver Oberflächen – AMC-Control	FEM, IUTA	01.05.2014	31.12.2016
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	30.06.2017
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	31.10.2017
18305	N	Entwicklung eines Kalttests zur leistungstechnischen Klassifizierung von PEM-Brennstoffzellen	ZBT	01.08.2014	30.11.2016

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
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 Gratif kationselementen	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	30.12.2017
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,	01.01.2015	30.06.2017
18515	BG	Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen	IUTA, TAC Leipzig	01.12.2014	31.05.2017
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
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	30.11.2017
18771	N	Entwicklung einer Crossover-freien Micro-Direkt-Methanol-Brennstoffzelle auf Basis Mikroelektromechanischer Systeme	ZBT, IMS CHIPS	01.07.2015	31.12.2017
18772	N	Modellierung eines übergreifenden Zielsystems für die Industrialisierung von komplexen Systemen am Beispiel dezentraler, erdgasbetriebener, stationärer Brennstoffzellen	BWL TU München, ZBT	01.07.2015	31.12.2016
18795	N	Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit mikrostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation	FhG UMSICHT, LTV Uni Kaiserlautern	01.08.2015	31.01.2018
18803	N	Entwicklung eines optimierten m krofluidischen Messsystems für Stoffdaten zur Flüssig-flüssig-Extraktion	LTT RWTH Aachen, KeM kro 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 (TRENNDEKT4)	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

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
19051 N	Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen	ET UDE, ZBT	01.02.2016	31.07.2018
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	28.02.2018
19074 N	Entwicklung einer in-situ-Sulfitbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chem kalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen	TVT UDE, IUTA	01.03.2016	28.02.2018
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	01.08.2016	31.01.2019
19145 N	Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter	IUTA, MVT Uni KL	01.09.2016	31.08.2018

… anderer Forschungsvereinigungen mit Beteiligung des IUTA im Jahr 2016

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
17796 N Dechema	Energieeffiziente trockene CO_2-Abtrennung aus Abgasen am Beispiel der Zementindustrie	IUTA, TCB BCI TU Dortmund, FIZ	01.12.2013	29.02.2016
18033 BG Dechema	Entwicklung und Charakterisierung neuer sensitiver polymerer Trennphasen	FhG IAP, IUTA	01.02.2014	30.04.2016
18058 BG Textil	Einsatz lichtführender textiler Strukturen mit TiO_2-Beschichtung zur Entwicklung neuartiger durchströmender photokatalytischer Filter	DTNW, IUTA, IOM-Leipzig	01.02.2014	31.07.2016
18307 N	Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung deren Beständigkeit durch Oberflächenmodifikation	NPPT UDE, DTNW, IUTA	01.01.2016	31.12.2018
18560 N	ECO_2 – Entwicklung des Ka ksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung	FG Kalk, IUTA, icbm	01.01.2015	30.09.2017
19095 N	Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, insbesondere PM_1, $PM_{2,5}$ und PM_{10}	IVG UDE, IUTA	01.07.2016	30.06.2018
19111 N	Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen	IfKU vvl, IUTA	01.04.2016	31.03.2018

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
AAC UDE	Universität Duisburg-Essen, Applied Analytical Chemistry
AOC Uni P	Universität Potsdam, Institut für Chemie
BWL TU München	Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logist k und Produktion
DTNW	Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V.
ET UDE	Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik
FEM	Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie (fem)
FG Ka k	Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
FhG IAP	Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

FhG IKTS	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS
FhG UMSICHT	Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechn k UMSICHT
FIZ	Forschungsinstitut der deutschen Zementindustrie
FT UDE	Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE – Fertigungstechnik
GFaI	Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.
GWI	Gas-Wärme-Institut e.V.
HSG IMIT	Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
HZDR	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V., Institut für Radiochemie
icbm	Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Oldenburg
IfKU vvl	Verein zur Förderung innovativer Verfahren in der Logist k e. V. Institut für Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnik e. V.
IMS CHIPS	Institut für Mikroelektronik, Stuttgart
IMVT KIT	Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Mikroverfahrenstechn k
INC	Institut für Nichtklassische Chemie e.V. an der Universität Leipzig
IOC HMGU	Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Institut für Ökologische Chemie (IOC)
IOM-Leipzig	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e. V.
IPC HHU	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Physikalische Chemie, Flüssigphasen-Laserspektroskopie
IPH Hannover	Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
IUTA	Institut für Energie- und Umwelttechn k e. V., Duisburg
IVG UDE	Universität Duisburg-Essen, Institut für Verbrennung und Gasdynamik
IVUB Sondershausen	Institut für Verfahrens-, Umwelt- und Bergbauforschung (IVUB)
Kautschuktechnologie	Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.
KeMikro RWTH	RWTH Aachen, Konstruktion und Entwicklung von M krosystemen
LKT FAU Nürnberg	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Kunststofftechn k
LRT-7 Uni München	Universität der Bundeswehr München, Institut für Strömungsmechanik und Aerodynam k 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
MVT Uni KL	Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
NPPT UDE	Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Nanopartikel-Prozesstechnologie
OWI	Oel-Wärme-Institut gGmbH
PLT RWTH Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Prozessleittechnik
PMP TU D	Technische Universität Dresden, Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik, Professur für Mess- und Prüftechn k
SM BCI TU Dortmund	Universität Dortmund, Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl Strömungsmechanik
TAC Leipzig	Universität Leipzig, Institut für Technische Chemie
TCB BCI TU Dortmund	Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für technische Chemie B (Reaktionstechnik)
TFD Uni Hannover	Leibniz Universität Hannover, Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynam k
TIM RWTH Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement
TVT UDE	Universität Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik
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

Abschlussveranstaltung nanOxiMet

02.05.2016

Am 2. Mai 2016 fand die Abschlussveranstaltung zum Projekt *nanOxiMet* in den Räumen der DECHEMA in Frankfurt am Main statt. Thema des eintägigen Workshops: „Oxidantien-Bildungspotenzial als Maß für die Gruppierung von Nanomaterialien“. Das Programm umfasste Vorträge internationaler Experten wie Prof. Flemming Cassee (RIVM & Universität Utrecht, NL), Dr. Keld Alstrup Jensen (NRCWE, Dänemark), Dr. Markus Kalberer (Universität Cambridge, UK), Dr. Ian Mudway (King's College London, UK) sowie von *nanOxiMet*-Projekt-Partnern. Der Beitrag aus dem IUTA wurde von apl. Prof. Thomas Kuhlbusch und Dr. Bryan Hellack vorgestellt.

IUTA war Aussteller beim 23. Innovationstag Mittelstand in Berlin

02.06.2016

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie *(BMWi)* lud am 2. Juni 2016 zum *23. Innovationstag Mittelstand* auf das Gartengelände der *AiF Projekt GmbH* in Berlin Pankow ein. IUTA war dort mit Projektpräsentationen vertreten.

AiF-Forschungsallianz Energiewende

14.01.2016

Mit einer neuen Gemeinschaftsinitiative der *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.* (AiF) unterstützt IUTA die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende. Die am 14. Januar unter der Leitung von Dr. Thomas Kathöfer, dem Hauptgeschäftsführer der AiF, in Schwäbisch Gmünd gegründete *AiF-Forschungsallianz Energiewende (FAE)* hat die wirtschaftsnahe Erforschung und Entwicklung von technologischen Innovationen im Bereich der Energieerzeugung und -nutzung zum Ziel. Sie ermöglicht allen AiF-Forschungsvereinigungen den Zugang zu zusätzlichen Fördermitteln des BMWi für die Umsetzung der Energiewende: Mit 18 Millionen Euro fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie in den folgenden drei Jahren Forschungsprojekte, die für die technologische Weiterentwicklung der Energiewende von hoher Bedeutung sind. Zu den Trägergesellschaften gehören neben dem *Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA)* das *Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie (fem)*, die *Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA*) sowie das *Forschungskuratorium Maschinenbau e. V. (FKM)*.

Abb. 4-1: (v. links n. rechts) Martin Nitsche (FKM), Dr. Seniz Sörgel (fem), Dr. Stefan Haep (IUTA), Dr. Andreas Förster (DECHEMA), Dr. Thomas Kathöfer (AiF), Dr. Andreas Zielonka (fem), Dr. Burkhard Schmidt (AiF), Dr. Renate Freudenberger (fem)

Parlamentarischer Abend der AiF

27.04.2016

Die Energiewende ist eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte. Das Energiekonzept der Bundesregierung setzt dabei ehrgeizige Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien, für mehr Energieeffizienz und weniger Treibhausgase. Um diese Ziele zu erreichen, sind technologische Innovationen in allen Bereichen des Energiesystems notwendig. Wie der Mittelstand dazu Beiträge leisten kann, stand im Mittelpunkt des

diesjährigen Parlamentarischen Abends der AiF. Die AiF begrüßte dazu am 27. April rund 90 Gäste im Kaisersaal-Ensemble in Berlin-Mitte, darunter 14 Mitglieder des Deutschen Bundestages (MdB). Die Keynote des Abends unter der Überschrift „Herausforderungen meistern“ lieferte Dr. Auma Obama, Germanistin, Soziologin und Publizistin.

Abb. 4-2: Parlamentarischer Abend der AiF

AiF-Hauptgeschäftsführer Dr. Thomas Kathöfer und Dr. Stefan Haep, als Stellvertretender Vorsitzender des Forschungsbeirats der FAE, stellten im Anschluss die AiF-Forschungsallianz Energiewende in einem kurzen Tandem-Vortrag vor. Das Netzwerk der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) ist bei der weiteren Realisierung der Energiewende ein leistungsfähiger Partner des BMWi, da alle IGF-Vorhaben von vornherein auf den Transfer der Ergebnisse aus der Forschung in die Praxis gerichtet sind. Dabei besteht besonderes Interesse an Projektvorschlägen zur Digitalisierung der Energiewende, zur intelligenten Sektorkopplung und zu systemübergreifenden Technologieansätzen.

Girls'Day 2016 im IUTA

28.04.2016

Am 28.04.2016 hatten 24 Mädchen die Chance im Rahmen des Girls’Day Einblicke in Berufe zu erlangen, die klassischerweise von Männern gewählt werden. Dass diese auch für Mädchen spannend sein können, konnten die Schülerinnen der 6. – 11. Klasse an verschiedenen Stationen im IUTA selbst feststellen. Die Mädchen kamen von vier verschiedenen Schulen aus dem Umkreis (Heinrich-Heine-Gesamtschule Rheinhausen, Abtei-Gymnasium Duisburg-Hamborn, Liebfrauenschule Geldern, Sekundarschule Hamborn).

In der Abteilung Ressourcen & Recyclingtechnik lernten die Mädchen Membrantechnologien für die Trinkwasseraufbereitung kennen und konnten sich in einem Versuch selbst von der Qualität solchen Wassers mithilfe von Wasserproben überzeugen. Demonstrationen am Rasterelektronenmikroskop zeigten, wie feinste Materialstrukturen sichtbar gemacht werden können, die mit normalen Mikroskopen, geschweige denn mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind. Auch Ihre handwerklichen Fähigkeiten konnten die Mädchen testen, zum Beispiel beim Zerlegen von Computern oder bei ersten Versuchen zu schweißen. Als Besonderheit wurden die Schülerinnen beim Girls’Day 2016 von einem Filmteam des

Abb. 4-3: Girls'Day am 28.04.2016 im IUTA

Duisburger Lokalsenders Studio 47 begleitet. Der Beitrag kann auf dem YouTube-Kanal des Senders angesehen werden.

NRW-Umweltminister Johannes Remmel besuchte IUTA

02.09.2016

Johannes Remmel, Umweltminister von Nordrhein-Westfalen, besuchte am Freitag, den 2. September 2016 das Institut für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) in Duisburg-Rheinhausen. Im Mittelpunkt des Gesprächs standen aktuelle Forschungsarbeiten im Bereich der Mikroschadstoffe, der Toxin-Analytik, der Filtration und der Abscheidung von Quecksilber aus Abgasen.

Abb. 4-4: (v. links) Dr. Jochen Türk, M. Sc. Linda Gehrmann, Minister Johannes Remmel, Prof. Dieter Bathen, Dipl.-Ing. Jochen Schiemann und Dr. Stefan Haep

Bei einem Rundgang durch die Labore und Technikumshallen des Instituts konnte sich der Minister einen Überblick über die Versuchseinrichtungen des IUTA verschaffen. Das Foto zeigt Herrn Minister Remmel und den Vorstand des IUTA vor einem neuen Analysengerät zur Bestimmung von hormonell aktiven Substanzen. Diese Stoffe finden insbesondere aufgrund der von der EU-Kommission vorgeschlagenen sehr strengen Umweltqualitätsnormen zurzeit große Aufmerksamkeit, z. B. im Bereich der Wasseraufbereitung oder in Spielzeug und Babyartikeln. IUTA setzt sowohl im Rahmen der wirkungsbezogenen Analytik als auch der instrumentellen Bestimmung von Hormonen deutschlandweit die sensitivsten Methoden und Geräte ein.

IUTA-Messestand auf der FILTECH

11. – 13.10.2016

Vom 11. bis 13. Oktober 2016 fand zum wiederholten Mal in Köln die internationale Filtrationsmesse FILTECH statt. Wie bereits in den Jahren zuvor war IUTA mit einem Stand vertreten.

Abb. 4-5: Dipl.-Chem. Hartmut Finger am IUTA-Messestand auf der *FILTECH*

Hierin präsentierte der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* sein vielfältiges Angebot im Bereich der Filtration von Raumluft, Druckluft und Prozessgasen. Der IUTA-Stand weckte reges Interesse und bot in mehr als 70 Gesprächsterminen die Möglichkeit mit bestehenden und neuen Kunden sowie Projektpartnern ins Gespräch zu kommen. Unter dem Motto *„The world meets at FILTECH“* konnten zahlreiche bestehende Kontakte gefestigt werden. Erfreulich war die hohe Zahl an Erstkontakten. Insgesamt waren der intensive, breit gefächerte Informationsaustausch, die Bereitschaft bei geplanten Forschungsprojekten mitzuwirken und eine vermehrte Nachfrage nach Angeboten im Bereich der Filterprüfungen ein erfreuliches Gesamtergebnis.

8. IUTA-FiltrationsTag

03.11.2016

Am 03. November 2016 fand im IUTA der mittlerweile *8. FiltrationsTag* statt, an dem mit insgesamt ca. 150 Teilnehmern aus Industrie und Forschung ein neuer Besucherrekord aufgestellt wurde. Drei Hauptthemenblöcke gab es im Jahr 2016: Innenraumluftqualität, Industrial Internet of Things / Industrie 4.0 und kombinierte Gas- und Partikelfiltration. Renommierte Gastredner ermöglichten in allen drei Blöcken spannende Einblicke in ihre Arbeitsgebiete. Die jeweiligen Sessions wurden durch Vorträge über Arbeiten des IUTA auf den entsprechenden Fachgebieten abgerundet. Gelegenheiten zum Netzwerken und Informationsaustausch wurden von den Besuchern intensiv genutzt.

Abb. 4-6: Zum 8. IUTA- FiltrationsTag kamen ca. 150 Teilnehmer nach Duisburg

IUTA-Mitarbeiter informierten in Impulsvorträgen zu den neuen aktuellen Forschungsthemen des Instituts. An der den *FiltrationsTag* begleitenden Ausstellung beteiligten sich neun Firmen. Hier konnten sich die Teilnehmer über aktuelle industrielle Entwicklungen in den Bereichen Filtration, Adsorption, Raumluftreinigung und Messtechnik informieren. Der erste *FiltrationsTag* fand im Jahr 2009 im Rahmen des *ZF³-Projekts* statt.

IUTA-Seminar

Im IUTA Doktorandenseminar präsentieren die 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 2016 wurden insgesamt 14 Vorträge gehalten.

Forschungsbeirat

Im Jahr 2016 fanden zwei Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats statt, am 23. Februar und am 6. September. Insgesamt wurden 23 Forschungsanträge (inkl. Umlaufverfahren), die im Rahmen der Gemeinschaftsforschung IGF bei der AiF gestellt wurden, sowie 5 Projektskizzen vor der Einreichung diskutiert, bewertet und Vorschläge zur Antragsverbesserung gegeben. Am 4. November 2016 erfolgte die Umbenennung des „Wissenschaftlichen Beirats“ des IUTA in „Forschungsbeirat“. Im Forschungsbeirat engagieren sich 59 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft.

IUTA-Veranstaltungskalender 2016

14. Januar	Gründungsversammlung „AiF-Forschungsallianz Energiewende“	FEM, Schwäbisch Gmünd
27. Januar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18437 BG: „Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme“	ZBT, Duisburg
17. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18795 N: „Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit m krostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation“	Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen
18. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18182 N: „Realisierung einer Beladungskontrolle von AMC-Filtern durch Entwicklung eines Detektionssystems auf Basis elektrochemisch aktiver Oberflächen (AMC-Control)“	FEM, Schwäbisch Gmünd
23. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18772 N: „Modellierung eines übergreifenden Zielsystems für die Industrialisierung von komplexen Systemen am Beispiel dezentraler, erdgasbetriebener, stationärer Brennstoffzellen“	TU München
23. Februar	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg
24. Februar	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17296 N: „Ein neuartiges Stackkonzept für PEM-Brennstoffzellen zur Erhöhung der Leistungsdichte und zur Vereinfachung der kosteneffizienten Massenproduktion“	ZBT, Duisburg
1. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17946 N: „Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges zur dezentralen, solar unterstützten kombinierbaren Bereitstellung von Trinkwasser, Wärme, Kälte und Strom“	GfAI, Berlin
3. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18433 N: „Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung der Motivation und Qualitätsleistung des Produktionspersonals durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen“	TU München
9. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18771 N: „Entwicklung einer Crossover-freien Micro-Direkt-Methanol-Brennstoffzelle auf Basis M kroelektromechanischer Systeme“	GfAI, Berlin
15. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18743 BR: „Hochselektive Adsorbenzien für die Festphasenextraktion von Edelmetallen aus Prozess- und Recyclingwässern“	Universität Potsdam
31. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18022 N: „Erstellung eines modularen Simulationspakets für die Erfüllung und Vereinfachung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben in Reformer-Brennstoffzellensystemen“	OWI, Herzogenrath
5. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 441 ZN: „Grundlegende Untersuchungen des Einflusses der Brennstoffzusammensetzung auf die Partikelbildung, die Verschmutzung und die Hochtemperatur-Chlorkorrosion bei der Verbrennung biogener Festbrennstoffe zur Entwicklung eines Korrosionsminderungskonzepts“	TU München
5. April	Kick-off zu „Optimiertes HT-PEM-Brennstoffzellensystem durch thermische und stoffliche Kopplung mit einem neuartigen Metallhydrid-Wasserstoffspeicher – HyKoHTPEM“	MPI, Mülheim
6. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18632 BG: „Open Darkness – Dark Side of Open Innovation“	Universität Potsdam
8. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 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“	TU München
20. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18033 BG: „Entwicklung und Charakterisierung neuer sensitiver polymerer Trennphasen“	IUTA, Duisburg
20. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18560 BG: „ECO_2 – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung“	FG Kalk und Mörtel, Köln
21. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18100 N: „Entwicklung eines Kleingebläse mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme“	EFZ, Goslar
21. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18298 N: „Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammengestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels in-situ Laserdiagnostik“	IUTA, Duisburg
21. April	Veranstaltung „4. Runder Tisch Gasbeschaffenheit“	GWI, Essen

22. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18933 N: „Modellierung eines Vorgehens zur Bedarfs- und Lückenanalyse zur Produktivitätssteigerung im Rahmen von Industrie 4.0 für KMU“	CeramTec GmbH, Ebersbach an der Fils
27. April	Parlamentarischer Abend der AiF	Kaisersaal-Ensemble, Berlin
28. April	Girls Day	IUTA, Duisburg
29. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18100 N: „Entwicklung eines Kleingebläse mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme“	EFZ, Goslar
2. Mai	Abschlussveranstaltung des BMBF-Projektes nanOxiMet	DECHEMA, Frankfurt
3. – 6. Mai	Konferenz „The Ocean in a High-CO_2 World“	Hobart, Australien
9. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18375 N: „Entwicklung von Herstellungsverfahren für funktionsintegrierte Mehrkomponentenbauteile am Beispiel einer volumenminimierten Gehäuselösung für planare Mikrobrennstoffzellensysteme“	KIT, Karlsruhe
23. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18298 N: „Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammengestützten Partikelsynthese zur Herstellung von Eisenoxid-Nanopartikeln mittels in-situ Laserdiagnost k“	IUTA, Duisburg
2. Juni	Innovationstag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi); Messestand des IUTA	Berlin
14. Juni	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
17. Juni	JRF-Veranstaltung zu Flucht, Migration, Integration – Herausforderungen und Chancen aus Sicht der Forschung	Düsseldorf
28. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18307 N: „Untersuchung der chemischen und thermischen Degradation von abreinigbaren Filtermedien und Verbesserung deren Beständigkeit durch Oberflächenmodif kation“	IUTA, Duisburg
28. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18515 BG: „Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen“	IUTA, Duisburg
28. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18292 N: „Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)“	IUTA, Duisburg
29. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19073 N: „Entwicklung einer Methode zur Planung kostenoptimaler Produktionsprogramme unter gezielter Nutzung von Lagerbeständen als Speicher von im Produktionsprozess umgesetzter Energie“	IPH, Hannover
14. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18803 N: „Entwicklung eines optimierten mikrofluidischen Messsystems für Stoffdaten zur Flüssig-flüssig-Extraktion“	RWTH Aachen, LTT, Aachen
15. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19111 N: „Analyse des Gefährdungspotenzials von Hochenergiebatterien in Abfallströmen und Lösungsvorschläge“	IUTA, Duisburg
19. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18437 BG: „Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme“	ZBT, Duisburg
22. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 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	TU München
2. August	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19051 N: „Entwicklung einer modularen Zink-Luft-Batterie hoher Energiedichte für stationäre Anwendungen“	ZBT, Duisburg
8. August	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18632 BG: „Open Darkness – Dark Side of Open Innovation“	Universität Potsdam
31. August	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18100 N: „Entwicklung eines Kleingebläses mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme“	ZBT, Duisburg
2. September	Besuch des NRW-Umweltministers Johannes Remmel	IUTA, Duisburg
4. – 7. September	Konferenz „ECSA 56: Coastal systems in transition“	Bremen
6. September	Sitzung des Forschungsbeirates	IUTA, Duisburg

13. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18861 N: „Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie (TRENN-DEKT4)“	Universität Duisburg-Essen, Campus Essen
20. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18560 BG: „ECO$_2$ – Entwicklung des Kalksteinmehl-CO$_2$-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung“	FG Kalk und Mörtel, Köln
20. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18772 N: „Modellierung eines übergreifenden Zielsystems für die Industrialisierung von komplexen Systemen am Beispiel dezentraler, erdgasbetriebener, stationärer Brennstoffzellen“	ZBT, Duisburg
22. September	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18795 N: „Herstellung von neuartigen polymeren Wärmetauscherfolien mit m krostrukturierten Oberflächen für die Tropfenkondensation“	Technische Universität Kaiserslautern
26. September	Sommerfest IUTA	IUTA, Duisburg
7. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18632 BG: „Open Darkness – Dark Side of Open Innovation“	Universität Potsdam
10. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18433 N: „Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung der Motivation und Qualitätsleistung des Produktionspersonals durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen“	Advantech-DLoG, Germering
11. – 13. Oktober	Messestand auf der FILTECH	Köln
12. – 14. Oktober	Jahrestagung der International Lime Association (ILA), dem internationalen Kalkverband	Washington D. C.
19. Oktober	Kick-off-Meeting zu IGF-Vorhaben 19145 N „Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Abscheideverhalten neuer und gealterter Elektretfilter“	IUTA, Duisburg
21. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 19074 N: „Entwicklung einer in-situ-Sulfitbestimmung in Meerwasser zur Optimierung des Chem kalieneinsatzes in Umkehrosmoseentsalzungsanlagen“	IUTA, Duisburg
24. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18632 BG: „Open Darkness – Dark Side of Open Innovation“	Universität Potsdam
3. November	8. IUTA-FiltrationsTag	IUTA, Duisburg
3. 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
3. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18516 N „Evaluierung und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filtermedien und Einrichtungen zur Reinigung der Gasphase für die allgemeine Raumlüftung“	IUTA, Duisburg
4. November	Mitgliederversammlung des Fördervereins des IUTA e. V. (FVEU)	IUTA, Duisburg
4. November	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
4. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18933 N: „Modellierung eines Vorgehens zur Bedarfs- und Lückenanalyse zur Produktivitätssteigerung im Rahmen von Industrie 4.0 für KMU“	Balluff GmbH, Neuhausen auf den Fildern
7. November	IUTA-Fortbildung „Sicherer Umgang mit Zytostatika“	IUTA, Duisburg
8. November	JRF-Veranstaltung zu Digitalisierung – Perspektiven fortschreitender Vernetzung	Düsseldorf
17. November	AB SCIEX – Axel Semrau – IUTA online-SPE-LC-MS/MS-Workshop	IUTA, Duisburg
25. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18849 N: „Entwicklung eines Modells zur Positionsbestimmung und Beurteilung der Energie-, Material- und Personaleffizienz in produzierenden KMU sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Ressourceneffizien“	TU München
1. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18182 N: „Realisierung einer Beladungskontrolle von AMC-Filtern durch Entwicklung eines Detektionssystems auf Basis elektrochemisch aktiver Oberflächen (AMC-Control)“	IUTA, Duisburg
6. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18515 BG: „Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO$_x$ aus industriellen Abgasen“	IUTA, Duisburg
15. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18632 BG: „Open Darkness – Dark Side of Open Innovation“	Universität Potsdam

4.8 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen

Vorstandsvorsitzender der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender ProcessNet-Fachausschuss „Adsorption“ (DECHEMA/VDI-GVC)
Obmann VDI-Richtlinie 3674 „Abgasreinigung durch Adsorption“
Obmann VDI-Richtlinie 3928 „Abgasreinigung durch Chemisorption“
Gewählter Fachgutachter der AIF (Gutachtergruppe 5: Technische Chemie)
Berufenes Mitglied im Fachbeirat 1 der Kommission Reinhaltung der Luft (VDI-KRdL)
Gutachter für diverse Forschungsförderer und Ministerien
Gutachter für diverse Fachzeitschriften
Mitglied in diversen Programmkomitees und Scientific Boards

Dr.-Ing. S. Haep

Gutachter bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)
Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Forschungsinstituts für Edelmetalle- und Metallchemie
Berufenes Mitglied in der ProcessNet-Fachgruppe „Gasreinigung“ (DECHEMA/VDI-GVC)
Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der ZBT GmbH
Gutachter im Horizon-2020-Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union
Mitglied der Expertengruppe Power-to-Gas des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff 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

Gutachter bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)

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 Instrumentation 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

Dipl.-Ing. Franziska Blauth

Mitglied im Arbeitskreis Mikroschadstoffe der DGMT

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“

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

Mitglied des VDI-Fachausschusses: Nachhaltigkeit im Bau und Betrieb von Krankenhäusern (VDI 5800)
Mitglied im DIN-Arbeitskreis 12980: Laboreinrichtungen – Sicherheitswerkbänke und Isolatoren für Zytostatika und sonstige CMR-Arzneimittel

Dr.-Ing. W. Mölter-Siemens

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

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. J. Türk

Mitglied des DIN Arbeitskreises NA 119-01-03-05-09 „Hormonelle Wirkungen (Xenohormone)“
Mitglied des DIN Arbeitskreises NA 119-01-03-02-16 „LC-MS/MS Verfahren“
Mitglied der DWA-Arbeitsgruppe IG-2.33 „Abwasser aus Laboreinrichtungen“
Mitglied des Fachausschusses „Oxidative Verfahren“, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh)
Mitglied des Fachausschusses „Non Target Screening“, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh)

Dipl.-Ing. M. Vogt

Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW, Cluster EnergieRegion.NRW
Netzwerk Biomasse NRW, EnergieAgentur.NRW
Mitglied der Expertengruppe Power-to-Gas des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff 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,
Mitglied des Landtags NRW

Prof. Dr.- Ing. Bernd Neukirchen,
Essen

Berufene Mitglieder

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

Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz 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,
Mitglied des Landtags NRW

Rainer Bischoff,
Mitglied des Landtags NRW

Dr. Bertram Böhringer,
Blücher GmbH, Erkrath

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

Dr. Frieder Dreisbach,
Rubotherm GmbH Bochum

MR a. D. Holger Ellerbrock,
Mitglied des Landtags NRW

Dr. Gerd Hachen,
Mitglied des Landtags NRW

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,
Essen

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

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

Karl Schultheis,
Mitglied des Landtags NRW

Dr. Jürgen Timmler,
Parker Hannifin GmbH, Essen

4.10 Mitglieder des IUTA e. V.

Juristische Mitglieder:

AAF Lufttechnik GmbH, Bensheim

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

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

Hochschule Niederrhein, Krefeld

Hollingsworth & Vose GmbH, Hatzfeld/Eder

Idealfilter GmbH, Wuppertal

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 GmbH, Hiross Zander Divison, Essen

QVKE e. V., Grevenbroich

Rubotherm GmbH, Bochum

Stadt Duisburg

Stadtwerke Duisburg AG, Duisburg

Technische Universität Kaiserslautern

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, Essen

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

Prof. Dr. Günter Zimmer, Duisburg

Dr.-Ing. Maximilian Weiß, Karlsruhe

Mitglieder 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

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, Oberhausen

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden

IPRI – International Performance Research Institut gGmbH, Stuttgart

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

K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen

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

Netzwerk ZENIT e. V., Mülheim an der Ruhr

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbh

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen, Essen

Oel-Wärme-Institut GmbH, Herzogenrath

Palas® GmbH, Karlsruhe

Parker Hannifin GmbH, Hiross Zander Divison, 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

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

Dr. Karl-Josef Geueke, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Essen

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. 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. Helmut Rode, Uniper Technologies GmbH, Herne

Dr.-Ing. Hans Roth, Duisburg

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

Dipl.-Ing. Manfred Sauer-Kunze, DencoHappel 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. Dr. Winfried Schmidt, Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen

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. Walter Steudle, Schlaitdorf

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

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

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt

Prof. Dr. rer. nat. Harald Weber, Düsseldorf

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

MinR Klaus Sachs, Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung 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, Essen

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

BEFESA Zinc Duisburg GmbH, Duisburg

Berner International GmbH, Elmshorn

Blücher GmbH, Erkrath

Boll & Kirch Filterbau GmbH, Kerpen

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

Idealfilter GmbH, Wuppertal

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

Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

Palas® GmbH, Partikel- und Lasermesstechnik, Karlsruhe

Parker Hannifin GmbH, Essen

Rubotherm GmbH, Bochum

Stadt Duisburg

Technische Universität Kaiserslautern

Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn

TSI GmbH, Aachen

Universität Duisburg-Essen

Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg

4.13 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments

Bereich: **Luftreinhaltung & Aerosole**

Department: **Air Quality & Aerosols**

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

Gasreinigung hinter verfahrenstechnischen Prozessen

Aerosolbildung und Abscheidung in der Abgasreinigung,
Quecksi berabscheidung 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

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

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

Energieeffiziente Luftreinhaltung

Verfahren zur Minderung von Schadstoffbelastungen mittels Photooxidation und photokatalytischer Oxidation,
Einsatz lichtführender textiler Strukturen mit TiO_2-Beschichtung zur Entwicklung photokatalytisch aktiver Filter

Energy-efficient Air Purification

Method for the reduction of pollution by means of photooxidation and photocatalysis,
application of light distributing textile structures with TiO_2-coating for the development of photocatalytically active filters

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Numerische Mehrphasen-Strömungssimulation

Simulation (in-)stationärer Strömungs-vorgänge, Modellierung der Partikeldynamik nach Lagrange und Euler (Diffusion, Impaktion, Thermo- und Elektrophorese, Koagulation, Nukleation, Kondensation), Mehrphasensimulation von Wärme- und Stofftransport mit und ohne chemischen Reaktionen, Entwicklung von Subroutinen zur spezifischen Anpassung der CFD-Software

Computational fluid dynamics (CFD)

Modelling of steady and unsteady flows, simulation of particle dynamics (Lagrange and Euler) including diffusion, impaction, thermo- and electrophoresis, coagulation, nucleation and condensation, multiphase simulation of heat and mass transfer with and without chemical reactions, individual adjustment of the CFD-software by user defined subroutines

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Dipl.-Ing. Thomas Zeiner (-131)
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 modeling by software-tools (Aspen Plus);
Process design and optimization of unit operations and process plants (in cooperation with other IUTA departments)

Ansprechpartner/Contact person:

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

Entwicklung von Sensorsystemen und Geräten

Personentracking mittels Sensorarrays für Wärmestrahlung, z. B. für den energieeffizienten Betrieb von Sicherheitswerkbänken,
neue Sensorsysteme auf Basis von Ultraschallwandlern zur Messung von Luftströmungen,
Messgeräte für Tracer-Partikel, z. B. Fluoreszenzpartikel-Zähler
Bioaerosol-Detektorsystem

Development of Sensor Systems and Devices

Tracking human motion by means of thermopile sensor arrays, e. g. for the energy-efficient operation of safety cabinets,
new sensor systems based on ultrasonic transducers for air flow measurements,
Devices 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)
enge ke@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. Mon ka 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. Mon ka Vogt (-175)
vogt@iuta.de

Luftqualität Emissionen und Immissionen

Sonderemissions- und Immissionsmessungen, Diffuse Quellen, Maßnahmenplanung und -evaluierung,
Abhängig von der Aufgabenstellung kann hierfür auf im IUTA vorhandene spezielle Mess-und Analyseverfahren zurückgegriffen werden:
chemisch: anorganische und organische Inhaltsstoffe, Einzel- und Bulkanalysen, physikalisch: Anzahlgrößenverteilung (SMPS; FMPS; APS, REM), Partikelmassenkonzentration diskontinuierlich (Filtersammler) und kontinuierlich (TEOM), Anzah konzentration (CPC), Rußkonzentration (Transmissometer, thermo-optisch), lungendeponierbare Oberflächenkonzentration (NSAM), oxidatives Potenzial, Levoglucosan

Air quality, emission, ambient and indoor air

Specialized emission, ambient and indoor air measurements, abatement strategy planning and evaluation. Depending on the specific task IUTA#s special measurement and analysis methods can be applied:
Chemical: organic and inorganic analysis
Physical: number size distribution (SMPSTM, FMPSTM, APS, SEM) mass concentrations, discontinuous (filter sampler) and continuous (TEOM), number concentration (CPC), soot concentration (transmissometer, thermo-optical); lung deposition surface area concentration (NSAM), oxidative potential, levoglucosan

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Astrid John (-214)
Astrid_John@iuta.de

Dr. rer. nat. Ulrich Quass (-214)
quass@iuta.de

Luftqualität, Exposition und Gesundheit

Statistische Auswertungen der erhobenen Messdaten, Bewertungen der Exposition und Gesundheitsgefährdung (in Zusammenarbeit mit Epidemiologen und Toxikologen)

Air quality, exposure and health

Statistical measurement data evaluation; exposure assessment and adverse health effect investigations (in collaboration with epidemiologists and toxicologists)

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Astrid John (-214)
Astrid_John@iuta.de

Dr. rer. nat. Ulrich Quass (-214)
quass@iuta.de

Quellenidentifizierung und atmosphärische Prozesse

Luv-/Lee-Messungen, Rückwärtstrajektorien, Partikeltransport, Multivariate Statistik, Positiv Matrix-Faktorisierung, Partikeltransport, Umwandlung, von Nitraten und Sulfaten, atmosphärenchemische Prozesse, Partikel, persistente organische Schadstoffe (POP)

Source apportionment and atmospheric processes

Upwind/downwind measurement, backwardtrajectories, particle transport, multivariate statistics, positivematrix factorisation, particle transport,conversion of nitrate and sulphate, atmosphericchemistry, particles, persistant organic pollutants (POP)

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Astrid John (-214)
Astrid_John@iuta.de

Dr. rer. nat. Ulrich Quass (-214)
quass@iuta.de

Bereich: Luftreinhaltung & Filtration

Department: Air Quality & Filtration

Bereichsleitung/unit head: 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

Filtertests 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

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 Part kelabscheidung 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 (Geruchs-minderung durch Filtersysteme), Standardverfahren zur Geruchsabscheidung an Dünnschichtfiltern, Simultanmessung zur Geruchs- und Partikelabscheidung von Dieselabgasaerosolen

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Geruchsmessung nach VDA 270 und DIN EN 13725, Geruchsanalytik (GC-MS-Sniffing, Chemometrie), Methodenentwicklung sensorische Geruchserkennung, olfaktometrische Bewertung von Filtersystemen, Methodenentwicklung für die olfaktometrische Materia bewertung, Immissionsprognosen zur Geruchsausbreitung (AUSTAL2000G), Forschungsarbeiten und Gutachten	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	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de
Maßgeschneiderte Filterprüfung	**Tailored Filter Tests**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Tests neuartiger Filter bzw. bestehender Filter unter Bedingungen, die über die o. g. Normen hinausgehen	Tests of novel or existing filters under conditions beyond those defined in the forementioned standards	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 techn. 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 Adsorptionskinet k 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 purifierseffi-ciency according to various international standards, e. g. DIN 44973-100, GB/T 18801-2008 oder 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
Aerosolerzeugung und Aerosolmesstechnik	**Aerosols**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Generierung und Charakterisierung von Aerosolen, elektrostatische Aufladung und Neutralisation von Partikeln, bipolare Auflader, Vermessung von Ladungsverteilungen und Einzelpart kelladungen, 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:**
Part keldynam k 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

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

Analysis of gases

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Nanofiltration

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

Nanofiltration

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Nachhaltige Nanotechnologie

Bestimmung der Emissionen und Immissionen, Wirkung von Nanopartikeln auf Mensch und Umwelt, Bestimmung und Charakterisierung der abiotischen Degradation und der Mobilität von (nanoskaligen) Partikeln in Wasser/Boden, Entwicklung von Gruppierungskonzepten für Nanomaterialien, Wirkung von Nanopartikeln auf Mensch und Umwelt, Produktanalysen und Safer-by-Design Konzepte

Sustainable nanotechnology

Measurement of emissions and imissions, effect of nanoparticles 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 nanoskaligen Partikeln in der Umwelt

Charakterisierung und Quantifizierung von Nano- und M kropartikeln 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

Bereich: Umwelthygiene & Spurenstoffe

Department: Environmental Hygiene & Micropollutants

Bereichsleitung/unit head: 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 micro pollutants

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 Haushaltschem kalien (PPCPs), Industriechemikalien, endokrin wirksamen Chemikalien (EDCs), persistenten organischen Verunreinigungen (POPs), Metaboliten, Transformations- und Oxidationsnebenprodukten mittels instrumenteller Analytik (GC-MS und LC-MS). Wirkungsbezogene Analyt k 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. Jochen Türk (-179) tuerk@iuta.de

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

M.Sc. Linda Gehrmann (-215) gehrmann@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. 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, Klin ken, Pharmaindustrie, Einzelstoffanalyt k, Mutimethoden (z. B. MEWIP- und MASHA-Studie), Platin-Speziesanalyt k, 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. er. nat. Claudia vom Eyser (-190)
vomEyser@iuta.de

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

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

E-Liquid-Analytik

Screeninguntersuchung von Flüssigkeiten für elektronische Zigaretten mittels GC-FID-MS, N kotinbestimmung, 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:

Dr. rer. nat. Tjorben Posch (-296)
posch@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:

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

Bereich: **Gasprozesstechnik & Energiewandlung**
Department: **Gas Process Technology & Energy Conversion**
Bereichsleitung/unit head: 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

Brennstoffzellenkonzepte

Reformierung von Methan

Concepts for fuel cells

Steam reforming of methane and natural gas

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Andrew Berry (-175)
berry@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

Reformierung mit überkritischem Wasser

Erzeugung von Wasserstoff aus organischen Materialien mit überkritischem Wasser (SCWR-Verfahren)

Supercritical water reforming

Generation of fuel gas from organic materials with supercritical water (Super-Critical Water Reforming SCWR)

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- und Zeolith-Basis

Heat storage

Development of chemical heat storage tanks based on metal hydrid and zeolites

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	Research and development services, surveys, expertises, contract research	Ansprechpartner/Contact person:
Gewinnung von Metallen aus Abfallströmen, Eintrag von Metallen in die Umwelt Gutachten und Analysen zu: Abfall- und Umweltmanagement, Biomasseverwertung, Altlastensanierung	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	Dr.-Ing. Egon Erich (-268) erich@iuta.de Dipl.-Chem., Dipl.-Ing. FH Frank Grüning (-213), gruening@iuta.de Dr. rer. nat. C. Kube (-213) kube@iuta.de

Bereich: **Partikelprozesstechnik & Charakterisierung**

Department: **Particle Process Technology & Characterization**

Bereichsleitung/unit head: Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de

Wiss. Berater/scientific consultant: Dr. rer. nat. Hartmut Wiggers (-302), hartmut.wiggers@uni-due.de

Hochspezifische Nanopartikel-Synthese	Synthesis of highly specific nanoparticles	Ansprechpartner/Contact person:
Betrieb und Optimierung von drei Reaktoren im Techn kumsmaßstab für die Produktion von hochspezifischen Nanopartikeln für verschiedene Anwendungen	Operation and optimization of three reactors (pilot scale) for production of highly specific nanoparticles for various applications	Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de Dr.-Ing. Sophie M. Schnurre (-302) schnurre@iuta.de
Nanopartikel-Prozesstechnik	**Nanoparticle process technology**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Funktionalisierung, Abscheidung aus der Gasphase, Dispergierung von hochspezifischen Nanopartikeln	Fuctionalization, deposition from the gas phase, dispersion of highly specific nanoparticles	Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de
Prozessbegleitende Analyse-Methoden	**Inprocess analysis**	**Ansprechpartner/Contact person:**
In-situ Laserdiagnostik im Bereich der Partikelerzeugung, Gasphasenanalyse (GC/MS, QMS) Aggregatgrößen-Bestimmung (DLS), Oberflächenanalyse (BET), Infrarotspektroskopie (FTIR/ATR) Fluoreszenzspektroskopie	In-situ laser diagnostics during production of particles, gas-phase analysis (GC/MS, QMS) aggregate size measurement (DLS), surface analysis (BET) infrared spectroscopy fluorescence spectroscopy	Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302) huelser@iuta.de Dipl.-Ing. Mathias Spree (-301) spree@iuta.de
Luftqualität, Exposition und Gesundheit	**Air quality, exposure and health**	**Ansprechpartner/Contact person**
Untersuchungen zur Immission, Exposition und Gesundheitsgefährdung von Umweltpartikeln in Außen- und Innenraumluft (in Zusammenarbeit mit Epidemiologien und Toxikologen)	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
Charakterisierung	**Characterization**	**Ansprechpartner/Contact person**
Physikalisch chemische Charakterisierung von Nanomaterialien/Umweltpart keln, z. B. Oxidatives Potenzial/ROS Potenzial, Lungendeponierbare Oberflächen-Konzentration, Zetapotenzial, spezifische Oberfläche, hydrodynamischer Durchmesser, anorganische Inhaltsstoffanalyse etc.	Physical chemical characterization of nanomaterials / environmental particles e. g. Oxidative potential / ROS potential, lung deposit surface area concentration, zetapotential, specific surface area, hydrodynamic diameter, inorganic content analysis etc.	Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-180) hellack@iuta.de

Nachhaltige Nanotechnologie

Untersuchungen zur Immission, Exposition und (Gesundheits-)gefährdung von Nanomaterialien auf Mensch und Umwelt; Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt; Produktanalysen und Safer-by-Design, Lebenszyklus-Analyse von Nanomaterialien

Sustainable nanotechnology

Studies on immission, exposure and (health)effcts of nanomaterials to humans and the environment; Behavior of nanomaterials in the environment; Product analysis and safer-by-design, lifecycle analysis of nanomaterials

Ansprechpartner/Contact person

Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-180)
hellack@iuta.de

Freisetzung und Charakterisierung

Lebenszyklus-Analyse von Nanomaterialien,
Bestimmung der Freisetzung von Nanomaterialien,
Rasterelektronenmikroskopie (REM) sowie energiedispersive Röntgenanalyse (EDX)

Release and Characterization

Life cycle analysis of nanomaterials,
Determination of nanomaterial release,
Scanning Electron Microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray analysis (EDS)

Ansprechpartner/Contact person

Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke (-180)
stahlmecke@iuta.de

Nanopartikeltrenntechnik

Überführen von Nanopartikeln aus der Gasphase in prozessierbare Flüssigkeiten

Separation technology of nano-particles

Separation technologies to nanoparticles into processable liquids

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Bereich: Ressourcen & Recyclingtechnik
Department: Resources & Recycling Technology

Bereichsleitung/unit head: Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259), j.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

Wasseraufbereitung und -entsalzung mittels Membrananlagen

Pilotierung von Prozessen und Optimierung von Betriebseinstellungen für unterschiedliche Anwendungen,
Verträglichkeitsuntersuchungen für Chemikalien an Membranmodulen

Water treatment and desalination with membranes

Pilot tests and optimisation of operating conditions for different applications, compatibility tests for chemicals with membrane modules

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Verfahrenstechnische Entwicklung, Beurteilung, Optimierung von Prozessen

Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen, Verfahrenskopplungen, Hybridverfahren zur Entsalzung, Kreislaufführung von Prozesswässern

Process engineering, evaluation and optimisation of processes

Elimination of micro pollutants, coupling of processes, hybrid desalination processes, recycling of process water

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Membranscreening

Membranauswahl für Spezialanwendungen
Charakterisierung von Umkehrosmose (UO)-, Nanofiltrations (NF)-, Ultrafiltrations (UF)- und Mikrofiltrationsmembranen (MF)

Membrane screening

Membrane selection for special applications, characterisation of membranes for reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration an microfiltration

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Bettina Schiemann
(-158), b.schiemann@iuta.de

Leistungsbeurteilung von Membranmodulen

Leistungstests an 4-Zoll-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 an 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, localisation 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 fouling analysis

Elimination of micro pollutants, coupling of processes, hybrid desalination processes, recycling of process water 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 fouling layer

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Franziska Blauth (-217)
blauth@iuta.de

Bettina Schiemann
(-158), b.schiemann@iuta.de

Identifizierung von strategischen Metallen und seltenen Erden in neuen komplexen Massengütern

Untersuchung der Stoffverbünde und Entwicklung von Rückgewinnungsmethoden durch chemische, mechanische und thermische Verfahren

Identification of strategical metals and rare earth in new complex bulk goods

Analysis of material composits and recycling developments by chemical, mechanical and thermical processes

Ansprechpartner/Contact person:

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

Begutachtungen und Bilanzierungen von Kühlgerätentsorgungsanlagen

Überprüfung nach TA Luft 5.4.8.10.3/ 5.4.8.11.3 als behördlich zugelassene Prüfstelle, ganzheitliche Begutachtung und Bilanzierung von Anlagen zur Verwertung von Kühlgeräten, Desorptionsversuche von FCKW, Analyse FCKW-haltiger Schäume, Öle, Treibmittel u. a. mit GC-MS, Optimierung von Wirkungsgraden bestehender Anlagen

Surveys and equilibrations of facilities for CFC-recycling

Integrated surveys and balancing of the recycling process of refrigerators, measurements of CFC-desorption,
analysis of foams, oils and blowing agents by GC-MS, system effeciveness improvement for recycling plants

Ansprechpartner/Contact person:

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

Bettina Schiemann (-158)
b.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

Developments of recycling treatments, measurements and characterization of mercury emissions, recycling of indium

Ansprechpartner/Contact person:

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

Recycling von Massengütern

Verwertung und Entsorgung von Elektro(nik)schrott nach 4. BImSchV bzw. gemäß § 56 KrWG/EfbV, Entwicklung adäquater Recyclingwege für Elektro(nik)schrott,
Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der Entsorgungsverfahrenstechnik, Sortierung von EDV-Verbrauchsmaterialien

Recycling of bulk material

Further utilization and waste treatment of electronic scrap, development of technologies for treatment and handling of electrical and electronical waste,

research and development on recycling technology, sorting of toner cartridges and other consumables

Ansprechpartner/Contact person:

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

Untersuchungen an schadstoffhaltigen Materialien (z. B. PCB)

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

Examinations of contaminated materials

Exploration of shredder-material and development of mechanical treatment procedures for recycling goods,
minimizing hazardous components by adapted handling

Ansprechpartner/Contact person:

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

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Ausbildung im Bereich „Umwelt- und Kreislaufwirtschaft“

Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie GWA, für Jugendliche, für Behinderte und für Berufsrückkehrer, Vorbereitungskurse zur IHK Prüfung Recyclingfachkraft, Schulungen für den Erwerb von Fahrberechtigungen für Flurförderfahrzeuge, Durchführung modularer IHK-Ausbildung zur Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft

Capacity building

Qualification courses for young people, unemployed or handicapped people in environmental protection and recycling operations,
driving training for fork lifters,
trainings for qualification of recycling specialists

Ansprechpartner/Contact person:

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

Aufbereitung von technischen Kunststoffen

Entwicklung und Bau automatisierter Identifikationsanlagen für technische Thermoplaste, Aufbereitung von Kunststoff-Probenfraktionen und anschließender Testverarbeitung im Extruder, Entwicklung von Bestimmungsreihen und Schnelltests zur betrieblichen Materialeinordnung, Identifizierung von technischen Kunststoffen u. a. aus Elektro- und Elektron kanwendungen, Analyse von Begleitstoffen, z. B. Flammschutzmitteln in Kunststoffen

Conditioning of technical plastics

Analysis and identification of technical plastics, analysis of fire-guards in plastics

Ansprechpartner/Contact person:

Bettina Schiemann (-158)
b.schiemann@iuta.de

Bereich: **Forschungsanalytik**

Department: **Research Analysis**

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

Analysentechnik

Entwicklung von Methoden und technischen Lösungen für Hochtemperatur-Flüssigkeitschromatografie, Kopplungs- und Detektionsverfahren, Kapillar-HPLC-MS-Kopplung, mehrdimensionale Trennungen, computergestützte Methodenentwicklung, Entwicklung und Tests von Säulenmaterialien

Analytical technologies

Development of methods and technical solutions for high temperature liquid chromatography, detection and coupling techniques, capillary-HPLC-MS, multi dimensional separations, computer based method development, development and testing of stationary phase materials

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de

M.Sc. Terence Hetzel (-165)
hetzel@iuta.de

Methodenentwicklung und Spezialanalytik für FuE-Anwendungen

Wissenschaftlich fundierte Entwicklung und Validierung leistungsfähiger Spezialverfahren für Forschungsvorhaben, Kooperationspartner und externe Auftraggeber,
breite Palette an Analysenverfahren und bestimmbaren Parametern:
GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MS^n, LC-HRMS

Method development and specialized analytical methods for R&D applications

Scientific based development and validation of specialised analytical methods for research partners and customers,
broad range of analytical instruments and methods:
GC, HPLC, GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-MS^n, LC-HRMS

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thorsten Teutenberg (-179), teutenberg@iuta.de

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

Bereich: **Industrielle Gemeinschaftsforschung**

Department: **Collective research for SME´s**

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

FuE-Organisation, Netzwerke

FuE-Organisation/Netzwerk,
Vorhaben-Evaluation,
Wissenschaftlich-administrative Begleitung von FuE-Vorhaben,
Ergebnis-Transfer und Publikation,
Schulungsmaßnahmen

FuE-Networking

Networking,
proposal evaluation,
support concerning project administration and scientific focusing,
dissemination of results and publications,
training

Ansprechpartner/Contact person:

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

Claudia Flicka (-333)
flicka@iuta.de

4.14 Wegbeschreibung zum IUTA

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

Bliersheimer Str. 58 – 60

47229 Duisburg

Telefon +49 (0) 20 65 418 0

Ergänzender Hinweis für den Einsatz von Navigationssystemen:
Stadtteil Rheinhausen bzw. Friemersheim anwählen.

Anfahrt mit dem Pkw:

Von Essen, Oberhausen, Köln über die A 40 Richtung Venlo, bei der Anschlussstelle Duisburg-Homberg abfahren in Richtung Rheinhausen. In Rheinhausen der Friedrich-Ebert-Straße folgen, über die Bahnbrücke bis zur nächsten Ampelkreuzung (Bismarckstraße/Gaterweg) und weiter geradeaus in den Gaterweg und damit in das Logport-Gelände hineinfahren (unter einer Brücke hindurch). Am ersten Kreisverkehr geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts fahren (Bliersheimer Straße). IUTA finden Sie nach 200 m auf der linken Seite.

Von den Flughäfen Düsseldorf oder Köln über die A 57 bis zur Anschlussstelle Krefeld-Gartenstadt (Ausfahrt Nr. 12), abfahren in Richtung Duisburg. Dem Verlauf der B 509 (Wegweiser: Duisburg, Zentrum, Rheinhausen, Logport) bis zu ihrem Ende nach ca. 7,4 km folgen. An der Ampel links abbiegen, die Bahnbrücke überqueren und geradeaus in das Logportgelände einfahren (unter einer Brücke hindurch). Am ersten Kreisverkehr geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts fahren (Bliersheimer Straße). IUTA finden Sie nach 200 m auf der linken Seite. Von den Autobahnen bis zum IUTA sind es ca. 6 – 10 km, für die ca. 10 Minuten benötigt werden.

Anfahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln:

Die Bushaltestelle „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