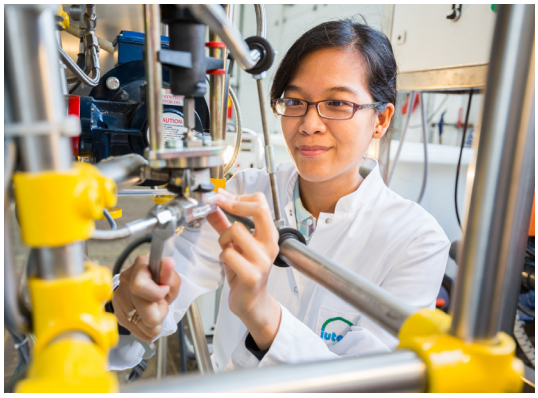
TÄTIGKEITSBERICHT 2015



Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.

Institut an der Universität Duisburg-Essen

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Offen im Denken

Impressum

Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA)
Institut an der Universität Duisburg-Essen
Bliersheimer Str. 58 – 60
47229 Duisburg
Telefon: +49 (0)2065 418-0
Telefax: +49 (0)2065 418-211

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, Dr.-Ing. M. Bittig

Druck
Universitäts-Druckzentrum, Universität Duisburg-Essen, Campus Duisburg

Das Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) ist Mitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V.

Bildnachweis (Deckblatt)

Foto oben links: IUTA-Hauptgebäude im Juli 2015 (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V., 2015)

Foto oben rechts: Anlage im Bereich *Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie* (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V., 2015)

Foto unten links: Besprechung im IUTA-Forschungsbereich *Luftreinhaltung & Filtration* (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V., 2015)

Foto unten rechts: Anlage zur thermischen Wasseraufbereitung und Entsalzung (Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V., 2015)

TÄTIGKEITSBERICHT 2015

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

**Institut an der
Universität Duisburg-Essen**

TÄTIGKEITSBERICHT 2015

1 Vorwort 1
2 Organisation, Arbeitsweise und Geschäftsverlauf 3
3 Arbeitsschwerpunkte und technische Ausstattung der Bereiche 9
3.1 Luftreinhaltung & Prozessaerosole 9
3.2 Luftreinhaltung & Filtration 14
3.3 Luftreinhaltung & Nanotechnologie 20
3.4 Umwelthygiene & Spurenstoffe 24
3.5 Gasprozesstechnik & Energiewandlung 30
3.6 Nanomaterial-Synthese & -Prozesstechnik 37
3.7 Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie 42
3.8 Recycling & Entsorgung 46
3.9 Messstelle 50
3.10 Forschungsanalytik 54
3.11 Industrielle Gemeinschaftsforschung – Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ IUTA e. V. 58
4 Anhang 61
4.1 Vorträge 2015 61
4.2 Veröffentlichungen 2015 70
4.3 Poster 2015 76
4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen 79
4.5 Sonstige Öffentlichkeitsarbeit 79
4.6 IGF-Forschungsberichte 80
4.7 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) 82
4.8 Veranstaltungen 86
4.9 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen 92
4.10 Mitglieder des Verwaltungsrats des IUTA e. V. 95
4.11 Mitglieder des IUTA e. V. 96
4.12 Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirates des IUTA e. V. 98
4.13 Mitglieder des Fördervereins des IUTA e. V. 99
4.14 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments 101
4.15 Wegbeschreibung zum IUTA 114

1 Vorwort

Blickt man auf das Jahr 2015 zurück, erscheint es fast, als hätten nur drei Themen das ganze Jahr dominiert, erst die „Griechenland-Finanzkrise“, dann die „Flüchtlingskrise“ und schließlich die allgegenwärtige „Terrorgefahr“. Hinter der Dramatik dieser Ereignisse sind langfristige Entwicklungen, die ebenfalls unserer Aufmerksamkeit bedürfen, (zumindest teilweise) zu stark in den Hintergrund gedrängt worden.

Zwei dieser langfristigen Aspekte sind unseres Erachtens von besonderer Wichtigkeit für die wirtschaftliche Zukunft unseres Landes.

Wie schaffen wir es, dass sich Deutschland nicht in zwei Gruppen spaltet; die einen, die neue Technologien befürworten, beherrschen und von ihnen profitieren und die anderen, die sich vor ihnen fürchten, sie bewusst ablehnen oder nicht verstehen und sich letztlich als Opfer dieser Technologien fühlen? Dabei geht es nicht darum, einer blinden Technikgläubigkeit zu huldigen, sondern eher darum, zu verstehen, dass jede Technologie positive wie negative Aspekte hat und man jeweils differenziert abwägen sollte. Nanopartikel sind weder giftiges Teufelszeug noch die Lösung aller Energie- und Gesundheitsprobleme, sondern sehr kleine Partikel, die aufgrund ihrer Größe und ihres großen Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnisses viele positive und negative Eigenschaften aufweisen. Sie können Krebs heilen, aber auch auslösen.

Wie schaffen wir es vor dem Hintergrund der Konkurrenz mit den aufstrebenden asiatischen Staaten, dass die Ergebnisse der sicherlich hervorragenden Grundlagenforschung in Deutschland besser als bisher in neue Produkte und Prozesse umgesetzt werden? Von dieser Umsetzung hängt unser Wohlstand und damit auch unsere Fähigkeit, zukünftige Krisen zu bewältigen, entscheidend ab.

In beiden Feldern leistet das IUTA seinen Beitrag. Im Großen wie im Kleinen versuchen wir, Technik mit all ihren Chancen und Risiken zu „vermitteln“. Das reicht von der Leitung europäischer Forschungskonsortien über Gutachten, Promotionen, Master- und Bachelor-Arbeiten bis zu Schülerpraktika und der Beteiligung am „Girl’s Day“. Das „Hauptgeschäft“ des IUTA ist aber nach wie vor, Brücken zwischen universitärer Grundlagenforschung und industrieller Anwendung im Bereich der Energie- und Umwelttechnik zu bauen. Dies tun wir in beide Richtungen; das IUTA kooperiert zurzeit mit 157 Hochschulen und Forschungsinstituten und ca. 250 Unternehmen. Innerhalb des Bundeslandes NRW sind wir eine der treibenden Kräfte hinter der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft, einem Verbund aus 15 unabhängigen Forschungsinstituten, die sich zum Ziel gesetzt haben, gemeinsam Forschungsergebnisse nicht nur in die Kreise der Wissenschaft, sondern vor allem auch in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft einzubringen.

Zu unserem traditionellen „IUTA-Filtrationstag“ kamen 2015 über 100 Teilnehmer überwiegend aus dem Bereich der einschlägigen Industrie. Einen ähnlichen Erfolg verbuchte der erstmals durchgeführte „IUTA-Analytiktag“. Daneben gab es wieder eine Vielzahl von Sitzungen projektbegleitender Ausschüsse und Seminare z. B. zum sicheren Umgang mit Zytostatika. Weitere Indizien für die positive Wahrnehmung des IUTA in der Öffentlichkeit und die Qualität unserer Forschungsarbeiten sind 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 mit der Universität Duisburg-Essen war auch 2015 wieder für beide Seiten sehr fruchtbar. Beleg

hierfür sind u. a. Vorlesungen von IUTA-Mitarbeitern an der Universität, die Arbeit der wissenschaftlichen Direktoren und viele gemeinsame Forschungsprojekte 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, dort finden Sie auch die Kontaktdaten aller Ansprechpartner. Zögern Sie nicht, uns anzusprechen!

Abschließend möchten wir noch einmal allen Mitarbeitern und Partnern aus Industrie, Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich danken, insbesondere den vielen ehrenamtlich engagierten Personen, die uns auch 2015 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 2016

Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen
(Wissenschaftlicher Leiter)

Dr.-Ing. Stefan Haep
(Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer)

Dipl.-Ing. Jochen Schiemann
(stellvertretender 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 zwölf Bereiche, die den drei Arbeitsgebieten *Umwelt und Nachhaltigkeit*, *Energie und Ressourcen* und *Zentrale Einrichtungen* zugeordnet sind. Die aktuelle Struktur des IUTA ist in Bild 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.

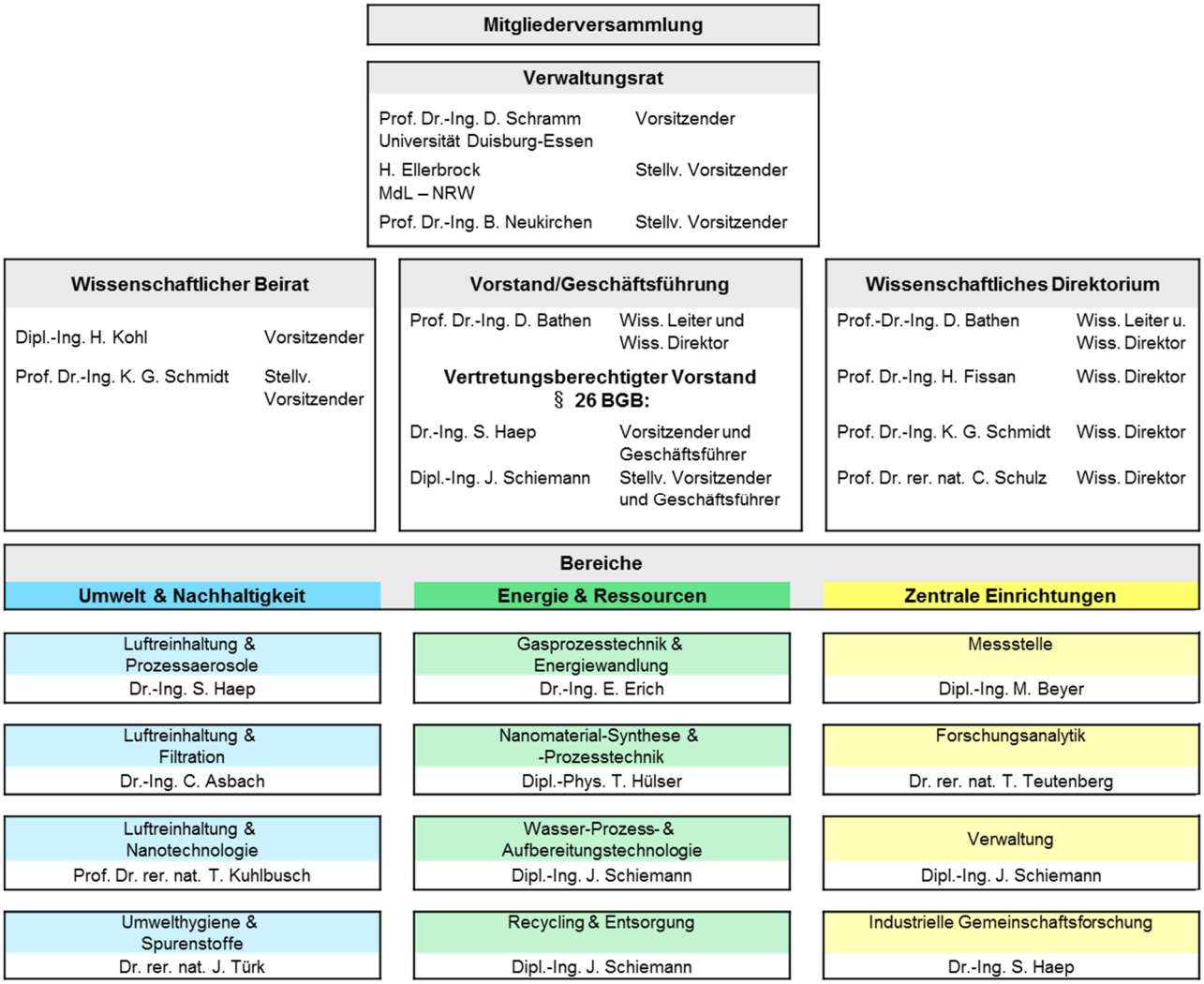


Bild 2-1: Organigramm des IUTA e. V., Stand 31.12.2015

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 arbeiten hauptsächlich an anwendungsorientierten FuE-Projekten 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 (Technology Push) als auch die Identifikation von Marktanforderungen bzw. die Lösung von Problemen im industriellen Bereich durch Rückgriff auf wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden (Market Pull).

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 fünf Leitthemen *„Aerosole & Feinstaub“*, *„Nachhaltige Nanotechnologie“*, *„Funktionale Oberflächen“*, *„Zukünftige Energieversorgung“* und *„Hochtoxische Substanzen“* ausgerichtet. Diese werden unabhängig von der organisatorischen Struktur des IUTA bereichsübergreifend bearbeitet. Die Auswahl der Leitthemen ist das Ergebnis einer Analyse der Marktpotentiale und der systematisch aufgebauten technologischen Kompetenzen im Institut. Zu diesen Kompetenzen zählen vor allem die Expertise in den Bereichen Partikeltechnik und Filtration, Adsorption und Absorption sowie Messtechnik und chemische 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 in unterschiedlicher Weise genutzt werden können.

Geschäftsverlauf

Im Jahr 2015 hat der IUTA e. V. einen Gesamtumsatz von rd. 9,3 Millionen Euro erwirtschaftet und ein ausgeglichenes Ergebnis erzielt. Spielräume für Neu- oder Ersatzinvestitionen existierten in 2015 nicht. Da das IUTA für seine Arbeit zwingend auf die sukzessive Erneuerung seiner FuE-Ausstattung und eine angemessene Infrastruktur angewiesen ist, müssen in den Folgejahren Investitionen getätigt werden.

Um seine Aufgaben als Forschungsinstitut weiterhin erfolgreich erfüllen zu können, ist die Einwerbung von Zuwendungen für die Durchführung von FuE-Projekten daher wie in den vorherigen Jahren 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 das industriegetragene Netzwerk der 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 2015 rd. 4,6 Mio. Euro Zuwendungsmittel an die partizipierenden Forschungsstellen in Deutschland weiter.

Flankierend zu den Forschungsaufgaben führte das IUTA auch 2015 Dienstleistungen in

Form von Prüfaufgaben, 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 die Energie- und Umwelttechnik ist insgesamt eine stabile Entwicklung zu erwarten. Dennoch sind einige Weiterentwicklungen und Änderungen der Rahmenbedingungen erkennbar, die für das IUTA sowohl Chancen als auch Risiken bieten.

Gesellschaftliche Entwicklungen

Deutschland nimmt sowohl in der Energie- als auch in der Umwelttechnik eine weltweit führende Rolle ein und verfügt auf diesen Gebieten über sehr viele erfolgreiche, vor allem mittelständische Unternehmen mit hoher Exportorientierung. Vor diesem Hintergrund bietet die Globalisierung für das IUTA deutlich mehr Chancen als Risiken. Erkennbar ist eine Zunahme von Projekten, die einen internationalen Bezug haben, d. h. entweder auf Exportmärkte zielen oder von ausländischen Unternehmen initiiert werden; plakative Beispiele sind die am IUTA bereits etablierten Filtertests nach chinesischen Normen oder Kurse für nigerianische und kenianische Entsorgungsfachkräfte sowie Arbeitsmediziner, die am IUTA durchgeführt werden. Zudem beteiligen sich Mitarbeiter des IUTA zunehmend in internationalen Normungs-/ Richtlinien-Gremien oder nehmen an internationalen Round-Robin-Tests teil. Diese Entwicklung soll weiter aufgenommen und die Internationalisierung des IUTA vorangetrieben werden.

Änderung der Wissenschaftslandschaft in Deutschland

Zurzeit ist eine Neujustierung der deutschen Forschungslandschaft zu beobachten, bei der sowohl die direkt beteiligten Akteure (Bund, Bundesländer, Forschungsförderer, Universitäten, Fachhochschulen, Forschungsgesellschaften und freie Forschungsinstitute) als auch indirekt Beteiligte (Wirtschaft, Gewerkschaften, Verbände, usw.) ihre Spielräume neu abstecken. Die sogenannte „Aufwuchsförderung“ der großen Forschungsgemeinschaften (Fraunhofer, Max-Planck, Helmholtz, Leibniz) mit stark steigenden Finanzzuschüssen durch Bund und Länder bei gleichzeitig stagnierenden Budgets der ausschließlich länderfinanzierten Einrichtungen führt zu einer Verschiebung der Gleichgewichte im Bereich der Forschung. Gleichzeitig ist eine Verschiebung zugunsten einer steuernden „Top-Down“-Forschungspolitik (große thematische Schwerpunktprogramme) zu Lasten von „Bottom-Up“-Ansätzen (viele diversifizierte Einzelprojekte) zu beobachten. Um in diesem komplexen Szenario den unabhängigen, keiner großen Forschungsgemeinschaft angehörenden Instituten eine Stimme zu geben, haben das Land NRW und 15 unabhängige Forschungsinstitute die Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft (JRF) gegründet. Das IUTA spielt bei dieser Neugründung eine herausgehobene Rolle und stellt den Gründungsvorsitzenden. Neben der gemeinsamen Interessenvertretung bieten insbesondere die Intensivierung der Zusammenarbeit mit anderen JRF-Instituten und die Stärkung der öffentlichen Wahrnehmung der Institute durch gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit eine große Chance für das IUTA.

Gesellschaftliche Verantwortung von Forschung

In letzter Zeit wird zunehmend darüber diskutiert, welchen Einfluss die Forschung auf die gesellschaftliche Entwicklung ausübt und welche Art und Inhalte von Forschung von der

Gesellschaft akzeptiert bzw. gewünscht werden. Insbesondere wird in den Diskussionen immer wieder die Befürchtung geäußert, dass ein Großteil der Menschen von der technischen Entwicklung und damit dem immer stärker technologisierten Arbeitsmarkt abgekoppelt werden. Letztlich steht hinter diesen Diskussionen die Frage, ob die hohen Investitionen der Gesellschaft in Forschung wirklich der Gesellschaft zu Nutze kommen oder ob das Geld nicht anderweitig besser investiert wäre.

Dass exzellente Forschung und Entwicklung und soziales Engagement miteinander vereinbar sind, demonstriert das IUTA u. a. in seinem Entsorgungszentrum, in dem schad- und wertstoffhaltige Elektro- und Elektronikaltgeräte behandelt und darauf aufbauend entsprechende FuE-Projekte durchgeführt werden. Seit 1991 hat das Institut hier ca. 50 Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich Umwelt und Recycling mit insgesamt fast 800 Teilnehmern durchgeführt. Dabei beziehen sich die Maßnahmen stets auf Personengruppen, die auf dem ersten Arbeitsmarkt benachteiligt sind. Die Arbeitsplätze sind speziell auf Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen ausgelegt und wurden in Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft und der Fürsorgestelle für Behinderte eingerichtet.

Die Intention des IUTA ist es dabei, die vorhandenen Strukturen der Entsorgung im Sinne der Umwelt und der Menschen zu ergänzen. Diesen Weg der Kombination von Forschung und sozialem Engagement will das Institut auch zukünftig fortsetzen.

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, 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 und -02).

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 des Bereichs *Recycling und Entsorgung* ist mit einem zertifizierten

Qualitätssystem beaufschlagt 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.

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 sicheres scale up auf industrielles Prozessniveau gestatten und damit auch die Praxisnähe des Instituts unterstreichen, 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 15 – 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 insbesondere in NRW ansässigen 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 durch seine umfangreiche Unterstützung im Bereich der praxisnahen Umweltforschung 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, Vorsitzender, und Herrn Dr. Haep, Geschäftsführer, geführt. Im Internet ist der FVEU unter folgender Adresse zu finden: www.fveu.de

3 Arbeitsschwerpunkte und technische Ausstattung der Bereiche

3.1 Luftreinhaltung & Prozessaerosole

Der Bereich *Luftreinhaltung & Prozessaerosole* erforscht und entwickelt Verfahrenstechnologien zur Luftreinhaltung. Im Vordergrund stehen Anwendungen zur Minimierung und Vermeidung von Emissionen aus prozessbedingten Abgasen bis hin zu Vermeidung von Kontaminationen zum Personen- und Produktschutz an Arbeitsplätzen. Für ausgewählte Anwendungen werden sowohl die hierzu 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 bis hin zur Partikelabscheidung hinter Hochtemperaturprozessen unter Einbezug von Partikel-(auf)ladung.

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.

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	✓		✓				

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. Die Erstellung unabhängiger Gutachten und die Anfertigung von Ausbreitungsrechnungen 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.

Trends/neue Vorhaben im Bereich:

- Realitätsnahe Stresstests für Filter und Filtermedien
- Wäschersysteme für submikrone Partikel
- Alterungsbeständige Funktionalisierung von Filtermedien
- Leistungsfähige, energieeffiziente durchströmte photokatalytische Filter
- Einsatz nanoskaliger Partikelsysteme für wirkungsgradoptimierte Verbrennungsprozesse
- Einsatz integrierter Aktoren und Sensoren zur Filterüberwachung und Filterregeneration on demand
- Optimierung von Waschprozessen durch Online-Analytik des Absorbens mittels Ramanspektroskopie
- Partikelförmige Katalysatormaterialien zur Entfernung von NO_x aus Abgasen bei niedrigen Temperaturen

Stellvertretend für die Vielzahl an Forschungsprojekten werden zwei Projekte vorgestellt, die aus Mitteln des BMWi über die AiF finanziert wurden.

Energieoptimierter Venturiwäscher zur Partikelabscheidung bis in den submikronen Größenbereich

Bei industriellen Prozessen werden zur Feinstaubabscheidung im Rahmen der Abgasreinigung Venturiwäscher eingesetzt. Liegen klebrige oder korrosive Stäube vor, kann ein aus Kunststoff ausgeführter Rohspaltventuri-Wäscher die geeignete Lösung sein. Die hier derzeit bevorzugt eingesetzten Hybriddüsen ermöglichen zwar eine effektive Staubabscheidung auch im submikronen Bereich, ihr Betrieb ist aber mit einem hohen Druckluft- und damit Energiebedarf verbunden.

Um die Venturiwäscher hinsichtlich ihrer energetischen Effektivität zu verbessern, wurde im Rahmen eines ZIM-Projekts, gemeinsam mit einem Industriepartner, eine neue Funktionseinheit entwickelt und getestet. Sie ermöglicht den Einsatz verschiedener Einstoff-Hochdruckdüsensysteme in unterschiedlichen Einbaupositionen. Zur Optimierung der Systembedingungen wurden neben der Einbauposition unter anderem der Differenzdruck über die Venturikehle, das Flüssigkeitsdruckniveau und das Gas-Flüssigkeitsverhältnis (L/G) variiert.

Für die Untersuchungen wurde primär ein mobiler Venturi-Wäscher genutzt, welcher beim Industriepartner zu Demonstrations- und Versuchszwecken bei Kunden und Interessenten zum Einsatz kommt. Die Versuchsanordnung umfasst eine Gaskonditionierungs-

Stufe, in der die Partikelzudosierung und Befeuchtung des Gasstroms vorgenommen wird, sowie die Venturistufe, bestehend aus Venturikehle und Tropfenabscheider nebst nachfolgendem Vakuumgebläse. Das gereinigte Abgas wird kontrolliert ins Freie geführt.

Neben der Charakterisierung des Spays und der Gasströmung stellte die Partikelanzahl-Größenverteilung vor und nach der Venturieinheit die zentrale Messgröße zur Berechnung des Fraktionsabscheidegrades der jeweiligen Variante dar. Um einen weiten Partikel-Größenbereich abdecken zu können, kamen sowohl ein SMPS-System zur Detektion von Partikeln mit Durchmessern von ca. 30 nm bis 700 nm als auch ein Aerosolspektrometer zur Erfassung der Partikel bis zu einem Durchmesser von ca. 10 µm zum Einsatz. Die Bewertung der Verfahrens- und Parametervarianten erfolgte in Anlehnung an die Richtlinie VDI 3697 Blatt 1 (Nassabscheider zur Abreinigung partikelförmiger Stoffe) mit der Angabe des zur Behandlung eines spezifischen Gasvolumens erforderlichen Energieaufwandes, bezogen auf den zugehörigen mittleren Trennkorndurchmesser d_{50} oder d_{90}.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass einige der untersuchten Hochdruck-Konfigurationen eine ähnlich gute, zum Teil sogar bessere Abscheideleistung als die druckluftgespeisten Hybriddüsen erreichten (vgl. Bild 3-1). Die Hochdrucksysteme wiesen dabei einen zum Teil um den Faktor 2 günstigeren spezifischen Energiebedarf auf. Dabei zeigte sich für alle untersuchten Systeme erwartungsgemäß eine Verbesserung des Abscheidegrades mit zunehmendem Differenzdruck über die Venturikehle. Der Industriepartner hat die Vermarktung dieses neuen Düsen-Konzepts bereits umgesetzt und erste Anlagen gemäß Kundenanfragen ausgelegt und angeboten.

Danksagung:

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

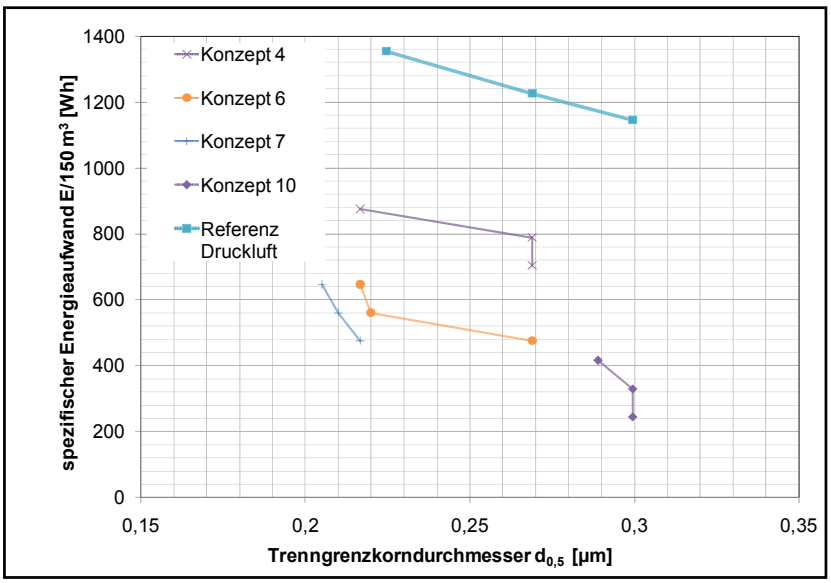


Bild 3-1: Spezifischer Energieaufwand der Systeme nach dem Stand der Technik sowie exemplarisch ausgewählter neuer Hochdruckkonzepte bei jeweils drei verschiedenen Differenzdrücken über der Venturikehle

Einsatz lichtführender textiler Strukturen mit TiO_2-Beschichtung zur Entwicklung neuartiger durchströmbarer photokatalytischer Filter

Bei photokatalytisch wirkenden Filtern für die Luftreinhaltung wird die zu reinigende Luft über TiO_2-beschichtete Oberflächen geleitet. Durch UV-Beleuchtung entstehen Hydroxyl- und Perhydroxyl-Radikale, die eine stark oxidierende Wirkung aufweisen. Entsprechende Filter-Systeme werden durch überströmbare photokatalytisch aktive Oberflächen realisiert, die um eine UV-Quelle angeordnet sind. Dieser technisch leicht zu realisierende Aufbau weist zwei grundsätzliche Nachteile auf: Zum einen stellt die konventionelle UV-Quelle einen Totraum im Filtervolumen dar, zum anderen werden nur die der UV-Quelle zugewandten Oberflächen von der UV-Strahlung erreicht und aktiviert.

Ziel des Forschungsprojekts ist die Erarbeitung textiler Konzepte, die über Fasern, insbesondere Lichtwellenleiter (LWL), UV-Licht in die unmittelbare Nähe von photokatalytisch aktiven und durchströmbaren Trägerstrukturen transportieren. Lichtwellenleiter werden hierzu modifiziert, sodass es über deren Länge zur radialen Auskopplung von UV-Licht kommt, das außerhalb des eigentlichen Filters in den LWL eingeleitet wird. Als Modifizierungsverfahren sind u. a. die mechanische oder lasergestützte Aufrauhung und die Beschichtung mit lichtstreuenden Nanokomposites vorgesehen. Weiterhin kann die Lichtauskopplung durch eine textile Konstruktion mit engen Biegeradien erfolgen.

In einem ersten Schritt werden unterschiedliche lichtgebende Strukturen aufgebaut, z. B. mittels gitterförmiger Träger mit eingeflochtenen Lichtwellenleitern, deren radiale Lichtabgabe durch mechanische Störung der Oberflächen erzwungen wird. Als Trägermaterial wird ein weitmaschiges, mit Kunststoff ummanteltes Baumwollgewebe verwendet. Dieses bietet ausreichenden Halt für die LWL und ist genügend flexibel, um die einzelnen LWL ohne Beschädigung durch die Maschen zu führen. Mit dieser Konstruktion wird am Ort der Trägeroberfläche eine Bestrahlungsstärke von über 10 W/m² UV-A bei einer Trägergröße von insgesamt 50 mm × 100 mm erzielt (Bild 3-2).

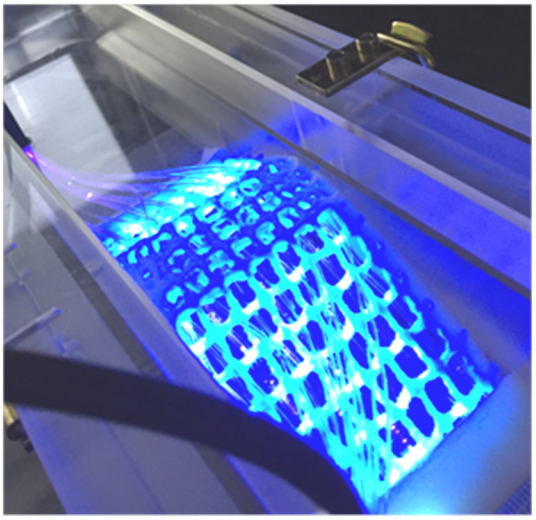
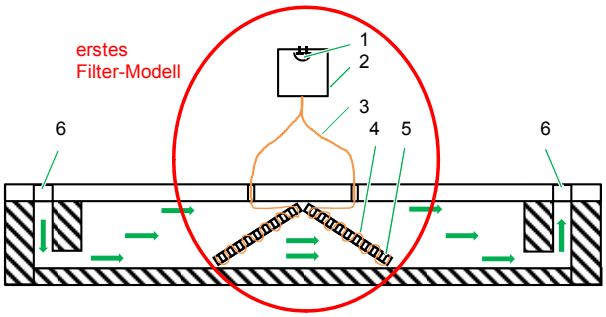


Bild 3-2: Trägerstruktur mit eingeflochtenen Lichtwellenleitern und Beleuchtung durch außenliegende UV-LED (370 nm, 8 W)

In einem weiteren Entwicklungsschritt wird der Träger der Lichtwellenleiter direkt mit photokatalytischem Material (Titandioxid P25) beschichtet und für die Anfertigung eines Demonstrators eingesetzt. Das erste Modell für ein durchströmbares photokatalytisch aktives Filter besteht aus einer Kombination von Lichtwellenleitern mit radialer Lichtabgabe und einer durchströmbaren TiO_2-beschichteten Trägerstruktur.

Untersuchungen zum erreichbaren photokatalytischen Abbau in der Luftreinigung erfolgen in Anlehnung an ISO-Reihe 22197 „Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials“. Die für den Anwendungsfall modifizierte Messapparatur einschließlich erstem Filter-Modell zeigt Bild 3-3. Für das Prüfgas Isopropanol erreicht das beschriebene Filter-Modell bereits einen signifikanten photokatalytischen Abbau (Bild 3-4).



1 UV-LED
2 Koppelsystem
3 LWL-Bündel
4 Lichtwellenleiter (LWL)
5 Durchströmbarer Träger für LWL
6 Ein- und Auslass Prüfgas

Bild 3-3: Schematische Darstellung der Messapparatur in Anlehnung an ISO 22197 mit erstem Filter-Modell

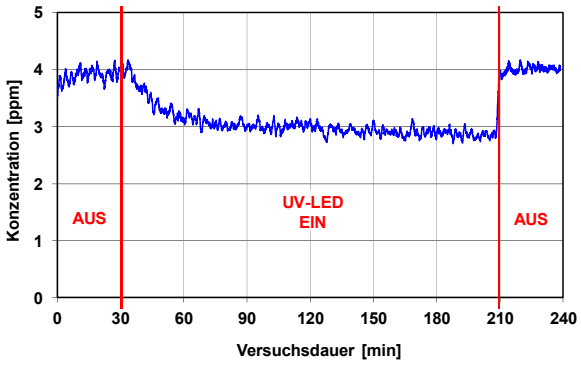


Bild 3-4: Photokatalytischer Abbau von Isopropanol, gemessen im Reingas der Messapparatur bei einem Volumenstrom von 0,5 l/min

Durchgeführt wird das Forschungsvorhaben in Kooperation mit den Forschungsstellen Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld sowie Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Leipzig.

Danksagung:

Das IGF-Vorhaben 18058 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

3.2 Luftreinhaltung & Filtration

Der Bereich *Luftreinhaltung & Filtration* forscht und entwickelt in der gesamten Partikel- und Gasfiltration sowie der Partikel- und Gasmesstechnik. Er verfügt über eine breite messtechnische Ausstattung und eine Vielzahl aufwändiger Prüfstände, die sowohl zur normgerechten Prüfung von Filtern oder Adsorbentien als auch für die Forschung und Entwicklung neuer Materialien oder Messtechnik eingesetzt werden. Eine Übersicht liefert Tabelle 3-2. Die Anwendungen reichen von der Filtration in raumlufttechnischen Anlagen sowie im Kfz, über Koaleszenz- und Druckluftfilter bis hin zur Entfernung toxischer und hochtoxischer Schadgase aus Luftströmungen. Außerdem werden Messgeräte, z. B. für Filterprüfungen, zur Charakterisierung von Partikeln unter extremen Bedingungen (Druck, Temperatur etc.) oder zur Erfassung der persönlichen Exposition gegenüber Nanopartikeln entwickelt.

In einem Prüfstand gemäß der europäischen Norm EN 779 können Filter unterschiedlicher Filterklassen für raumlufttechnische (RLT-) Anlagen geprüft werden. Der automatisierte Prüfstand ermöglicht Volumenströme zwischen 400 und 5000 m³/h bei einer konstanten Temperatur zwischen 20 und 60 °C und relativen Luftfeuchtigkeiten bis zu 98 %.

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 50 m³/h bzw. von 50 bis 3000 m³/h betrieben werden können. Diese erlauben die Messungen des Restölgehaltes (ISO 12500 Teil 1), des Öldampfgehaltes (Teil 2) sowie der Partikel (Teil 3).

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

		Übersicht der im Bereich Filtration verfügbaren Prüfstände						
Prüfstand		RLT-Filter	Druckluft	Kfz Filter	MFP	Raumluft-reiniger	Gerüche	Tox
Norm		(EN 779)	(ISO 12500)	(DIN 71460, ISO 11155)	(DIN-EN 1822-3)	(DIN 44973-100[2], GB T18801-2008)		
Volumenstrom [m³/h]		400-5.000	1-3.000	60-800	1-35		50-250	1-25
Partikulär (fest, flüssig, biogen)	> 10 µm	✓		✓	✓			
	< 10 µm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	< 1 µm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	< 0,1 µm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Gasförmig	SO_2			✓				✓
	NH_3, NO_x			✓		✓		✓
	(S)VOC		✓	✓		✓	✓	✓
	Butan, Toluol			✓		✓		✓
	Tox. Gase[1]							✓

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

Der große Druckluftfilterprüfstand (50 – 3000 m³/h) verfügt zudem über die Möglichkeit, die Temperatur stabil zwischen 10 und 50 °C einzustellen, um so z. B. das Drainageverhalten oder den abströmseitigen Wiedereintrag von Öltröpfchen in Abhängigkeit von der Temperatur zu analysieren.

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

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

Der Bereich verfügt weiterhin über einen variablen Prüfraum, in dem z. B. die Effektivität von Raumluftreinigern untersucht wird. Die Größe des Raumes lässt sich an die jeweils gestellten Anforderungen anpassen. Für Untersuchungen gemäß der chinesischen Norm GB T18801-2008 beträgt das Volumen des Raumes 30 m³. Diese Norm wird zurzeit überarbeitet. Für Messungen gemäß anderer Normen (z. B. dem Entwurf für die deutsche Norm DIN 44973-100) lässt sich das Raumvolumen variabel anpassen. Die Qualität der Raumluftreiniger wird anhand der Abnahme der Konzentration an Partikeln sowie verschiedener Gase ermittelt. Zudem sind Möglichkeiten zur definierten Alterung der eingesetzten Filter vorhanden.

Ein weiterer Prüfstand erlaubt die definierte Einspeisung von Gasen und Partikeln in einen Prüfkanal, der an ein Olfaktometer gekoppelt ist. Der Aufbau ermöglicht somit die Bewertung der Geruchsabscheidung von z. B. 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 und hochtoxischen Gasen umzugehen, um z. B. deren Adsorption an Schüttungen von Adsorbentien, Flachmedien oder Gasmasken zu untersuchen. Der Prüfstand verfügt über eine aufwändige Gaskonditionierung, sodass bei Volumenströmen zwischen 1 und 25 m³/h konstante Temperaturen zwischen 10 und 50 °C sowie relative Luftfeuchten zwischen < 5 und 90 % erreicht werden. Dem Trägergasstrom können bis zu sechs Schadgase gleichzeitig zugemischt werden, jeweils in einem Konzentrationsbereich zwischen 1 und 1000 ppm. Somit kann das Abscheideverhalten nicht nur an Einzelgasen, sondern auch realitätsnah mit Schadgasgemischen untersucht werden. Im Folgenden werden exemplarisch zwei Forschungsprojekte vorgestellt.

Nanopartikelfiltration – Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel ≥ 5 nm

Epidemiologische Studien in den USA und Europa[1] haben eine gesundheitsschädigende Wirkung von Schwebstaub, insbesondere der Partikelfraktion mit aerodynamischem Partikeldurchmesser < 10 µm (PM_{10}) nachgewiesen. Weiteren Studien[2] zufolge stehen vor allem Partikel mit Durchmessern < 100 nm im Verdacht, gesundheitsschädlich zu sein. Andere Studien[3] schlussfolgern, dass generell mit abnehmender Größe der inhalierten Partikel die gesundheitlichen Effekte aufgrund der zunehmenden spezifischen Oberfläche steigen, sodass insbesondere nanoskalige Partikel zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Aber nicht nur im Gesundheitsschutz fokussiert sich das Interesse immer mehr auf Partikel im unteren Nanometerbereich. Auch bei technischen Prozessen, wie z. B. bei der hochreinen Fertigung von Computerchips, können aufgrund der fortschreitenden Miniaturisierung der Strukturgrößen selbst einzelne, nanoskalige Partikel Schäden sowohl an den Produktionsanlagen als auch an den Produkten hervorrufen, was zu hohen wirtschaftlichen Schäden führt.

Um diese Partikel aus der Außenluft oder aus der Abluft industrieller Prozesse zu entfernen oder Personen, z. B. am Arbeitsplatz oder in öffentlichen Einrichtungen zu schützen, sind Filter unterschiedlicher Qualitäten in den zugehörigen Aufbereitungsanlagen im Einsatz. Die Qualität dieser Filter ist durch entsprechende Tests nachzuweisen, die in den einschlägigen normativen Regeln beschrieben sind. Diese Normen zielen aber in erster Linie auf Partikel größer als 100 nm. Mindestabscheidegrade werden bspw. in der DIN EN 779:2012 (Bestimmung der Filterleistung für Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik) anhand der Messwerte für den Partikeldurchmesser von 0,4 µm ermittelt. Eine Pflicht bzw. eine Empfehlung zum Nachweis der Effizienz gegenüber Nanopartikeln[4] ist in diesen Regelwerken nicht formuliert. Der Aspekt des Filtrationsverhaltens z. B. von Filtern für raumlufttechnische Anlagen (RLT-Filter) oder von hocheffizienten Filtern für Reinraumanwendungen (HEPA oder ULPA) gegenüber nanoskaligen Partikeln steht bislang nicht im Fokus der normativen Bemühungen.

Das wesentliche Ziel eines im Oktober 2014 gestarteten und in Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen durchgeführten Projektes ist es daher, unterschiedliche Filter auf ihre Abscheideleistung gegenüber nanoskaligen Partikeln (≥ 5 nm) hin zu untersuchen.

Da die Abscheideeffizienzen von Filtern für derart kleine Partikel sehr hoch sind, werden Prüfaerosole mit sehr hohen Anzahlkonzentrationen und möglichst schmaler Größenverteilung benötigt. Hierzu wurde ein neuartiger Aerosolgenerator beschafft, in dem eine Kochsalzlösung in eine Knallgasflamme gesprüht wird. Hierin zersetzt sich das Kochsalz und bildet bei der anschließenden Abkühlung durch homogene Nukleation sehr kleine Partikel in sehr hoher Konzentration. Die Größenverteilung ist dabei bestimmt durch die Konzentration von NaCl in der Kochsalzlösung, vom Vorschub der Kochsalzlösung, von der Verweilzeit des generierten Aerosols bis zur Zuführung in den EN-779-Prüfkanal sowie vom Volumenstrom im Prüfkanal.

[1] Peters et al. 1996, Dockery et al. 1992

[2] Ibald-Mulli et al. 2002

[3] Discroll, 1996, Donaldson et al., 1998, Oberdörster, 2000

[4] Der Begriff Nanopartikel wird hier synonym für synthetische und ubiquitäre Partikel ≤ 100 nm verwendet

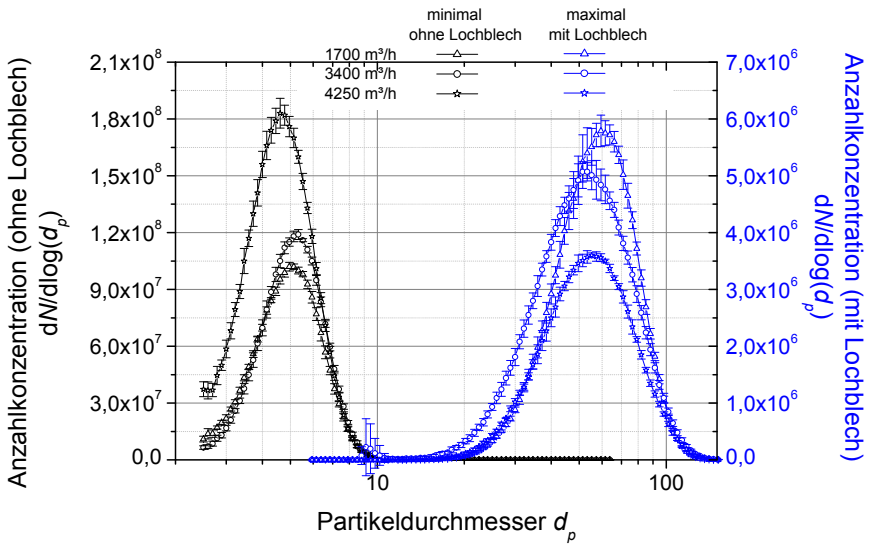


Bild 3-5: NaCl-Anzahlgrößenverteilungen mit maximal (blau) und minimal (schwarz) einstellbaren Partikelgrößen; Erzeugung mit Flammenpyrolysegenerator bei unterschiedlichen, typischen Volumenströmen im EN-779-Prüfkanal

Letzterer ist allerdings kein Einstellparameter für die Größenverteilung, da er durch den zu prüfenden Filter vorgegeben ist. Zur Erhöhung der Verweilzeit vor der Einbringung in den Prüfkanal kann eine Lochblende in die Zuführung eingebracht werden. Hierdurch lassen sich, wie in Bild 3-5 gezeigt, Größenverteilungen mit Modaldurchmessern zwischen ca. 5 nm und 60 nm und sehr hohen Konzentrationen erzeugen.

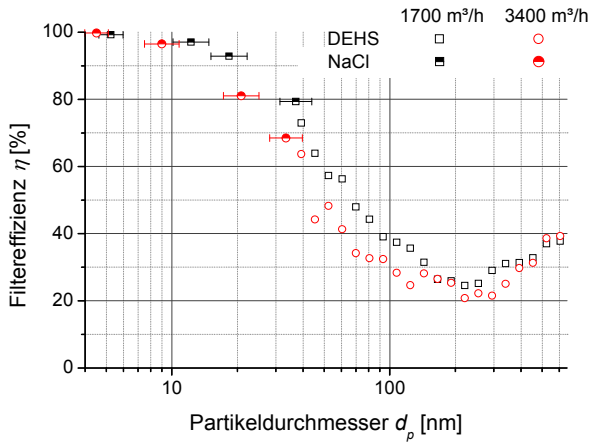


Bild 3-6: Fraktionsabscheidegrad eines konfektionierten Filters

Wie Bild 3-6 zeigt, kann durch die Verwendung dieses Aerosolgenerators die Messung der Fraktionsabscheidegrade konfektionierter Filter bis hinunter zu 5 nm erweitert werden.

Im Rahmen des Projektes werden sowohl konfektionierte Filter als auch Medienproben bezüglich ihres Fraktionsabscheidegrades untersucht. Ein Fokus liegt dabei auf der Untersuchung der Übertragbarkeit der an Filterronden gewonnenen Ergebnisse auf die konfektionierten Filter.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 18314 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 die Validierung stehen aber noch aus. Innerhalb des Projektes nanoIndEx (*Assessment of individual exposure to manufactured nanomaterials by means of personal monitors and samplers*) werden daher verschiedene personengebundene Monitore und Sammelsysteme durch Vergleichsmessungen im Labor und bei Feldmessungen auf ihre Funktionalität und Anwendbarkeit für Arbeitsplatzmessungen getestet. Neben IUTA gehören 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 wird im Rahmen des SIINN Eranet von den jeweiligen nationalen Fördergebern (in Deutschland BMBF) gefördert und von Dr. Asbach vom IUTA koordiniert.

Im Rahmen des Projektes wurden zunächst die verfügbaren personengebundenen Sammler und Monitore bezüglich ihrer Genauigkeit, Vergleichbarkeit und Feldtauglichkeit untersucht. Dabei zeigte sich, dass für die Geräte Abweichungen im Bereich ±30 % nicht unüblich sind, was für derartige Messungen aber ein akzeptabler Wert ist. Diese Werte gelten dabei sowohl für die im Labor durchgeführten Untersuchungen der Genauigkeit und Vergleichbarkeit, als auch für personengebundene Feldmessungen. Allerdings ergaben die Untersuchungen auch das überraschende Ergebnis, dass die Verwendung silikonhaltiger Probenahmeschläuche insbesondere beim miniature Diffusion Size Classifier (miniDiSC) zu drastischen Artefakten führen kann (siehe Bild 3-7). Bei Verwendung anderer Schlauchmaterialien (z. B. PVC) sowie anderer Messgeräte trat dieser Effekt hingegen gar nicht oder nur deutlich schwächer auf.

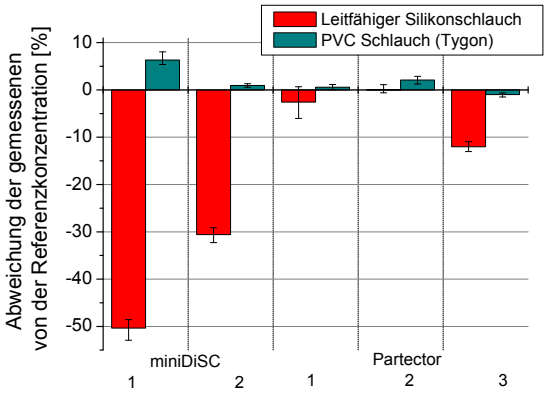


Bild 3-7: Abweichung der mit miniDiSC und Partector gemessenen Abweichung von der Referenzkonzentration für zwei verschiedene Probenahmeschläuche

Im weiteren Verlauf des Projektes wurden mit den untersuchten Geräten zudem Messungen der persönlichen Exposition an verschiedenen Arbeitsplätzen mit dem Ziel durchgeführt, auch Informationen zur Feldtauglichkeit und zur Handhabbarkeit der Geräte zu erhalten. Sämtliche Geräte erwiesen sich hierbei als gut geeignet und robust. Ein Beispiel für den Vergleich der personengebundenen lungendeponierbaren Oberflächenkonzentration zur Hintergrundbelastung ist in Bild 3-8 dargestellt. Die Grafik zeigt Daten für einen Gerätevergleich sowie für Messungen, die ohne lokale Partikelquelle durchgeführt wurden. In beiden Fällen zeigt sich eine akzeptable Übereinstimmung der Messergebnisse. Für einen bestimmten Zeitraum wurde zudem am

Arbeitsplatz bewusst eine Freisetzung von NaCl-Partikeln herbeigeführt. Für diesen Zeitraum zeigt sich nun eine starke Abweichung der persönlichen Expositionskonzentration von der Hintergrundkonzentration, die belegt, dass nur mit personengebundener Messtechnik sinnvolle Daten für die individuelle Exposition gewonnen werden können.

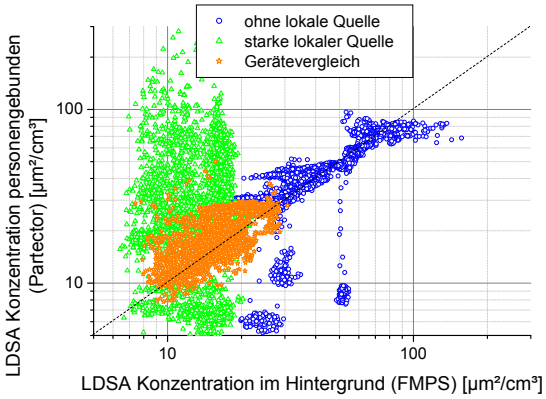


Bild 3-8: Vergleich der personengebundenen lungendeponierbaren Oberflächenkonzentration (LDSA) mit der Hintergrundbelastung

Das Projekt endet mit einem internationalen Workshop bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Berlin am 30. und 31. Mai 2016.

Danksagung:

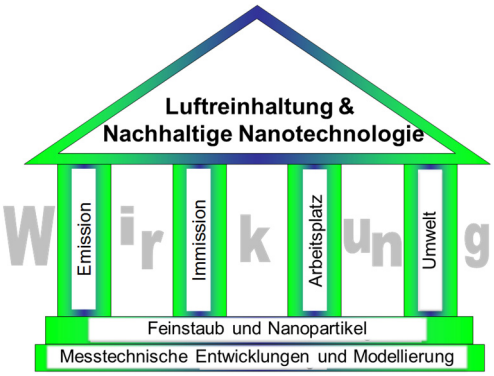
Das Forschungsvorhaben FKZ 03X0127A wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Forschungsprogramms Eranet SIINN gefördert.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

NANOINDEX

SIINN

3.3 Luftreinhaltung & Nanotechnologie



Die aktuellen Forschungstätigkeiten des Bereiches *Luftreinhaltung & Nanotechnologie* lassen sich den vier Themengebieten *Feinstaubemission, Feinstaubimmission, Nanopartikel an Arbeitsplätzen und Nanopartikel in der Umwelt* zuordnen. Die Arbeiten basieren auf der Entwicklung und Anwendung von neuen Messtechniken bzw. Tools zur Modellierung.

Das erste Themengebiet beschäftigt sich mit Quellen und Maßnahmen zur Reduzierung der Feinstaubbelastung. Einen besonderen Schwerpunkt bilden dabei die schwer zu identifizierenden diffusen Quellen von Fein- und Feinststäuben.

Das zweite Themengebiet „Immission“ von Fein- und Feinststäuben basiert auf der Messung von Partikelkonzentrationen in der Umwelt (PM_x, Inhaltsstoffe, Anzahlgrößenverteilungen). Die so erhaltenen Daten werden anschließend entsprechend der Fragestellung, z. B. Identifizierung und Quantifizierung der Quellen, Expositionsbeurteilung, Beurteilung der Effektivität von Maßnahmen zur Emissionsminderung, ausgewertet und interpretiert.

Ein neuer Aspekt ist die Entwicklung eines Detektionsverfahrens für Mikroplastiken in wässrigen Medien sowie die Untersuchung ihres Verhaltens/Verbleibs in der Umwelt.

Im Bereich *Nanomaterialien* hat sich in den letzten ca. zwei Jahren das Thema „Gruppierung von Materialien“ etabliert. Nanomaterialien werden in vielen verschiedenen Formen und Variationen hergestellt, sodass eine Einzelprüfung der Sicherheit für Menschen und der Umweltverträglichkeit nur unter großem Aufwand möglich ist. In den vom IUTA koordinierten Projekten nanOxiMet (EU/BMBF) und nanoGRAVUR (BMBF) sowie NanoToxClass (EU/BMBF) und Ökotoxklassierung (UBA) wird zurzeit unter verschiedenen Aspekten (Toxikologie, Ökotoxikologie, Risiko, Exposition, Freisetzung und Versicherungsfragen) erforscht, ob Gruppierungen und Klassierungen von Nanomaterialien möglich und zielführend sind. Neben den Feinstäuben sind Nanopartikel bzw. Nanomaterialien ein bedeutsamer Forschungsschwerpunkt. Der Begriff „Nanomaterialien“ umfasst alle Materialien, in denen Nanoobjekte bzw. -strukturen eingebettet sind oder frei vorliegen.

Im dritten Themenblock liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Messgeräten und Messstrategien zur Bestimmung der Konzentrationen an Nanoobjekten, der Freisetzung von Nanomaterialien in die Umgebungsluft sowie der resultierenden Exposition von Arbeitnehmern und Verbrauchern. Hier geht es darum, offene Sicherheitsfragen zu klären und Lösungswege aufzuzeigen.

Mit dem Verhalten von Nanoobjekten und Nanomaterialien in der Umwelt, insbesondere in Böden und Gewässern, befasst sich das vierte Themengebiet.

Die Arbeiten des Bereiches zum Feinstaub und zu Nanomaterialien leisten einen wichtigen Beitrag z. B. zu der Revision der thematischen Strategie der EU zu „Clean Air for Europe“, zu dem OECD Programm „Working Party on Manufactured Nanomaterials“, in der Zusammenarbeit mit der European Chemical Agency (ECHA) und über das NanoSafety-Cluster zur Forschungsstrategie der EU für die sichere Implementierung neuer Materialien.

Emission

Effektive Maßnahmen zur Reduzierung von erhöhten Immissionsbelastungen erfordern präzise und detaillierte Informationen zu Emissionsquellen und ihrem Beitrag an den jeweiligen Belastungspunkten. Aufgrund der heterogenen Quellenstrukturen sowie unterschiedlicher Transmissionswege und -zeiten ist diese Quellenzuordnung nur mit aufwändigen, chemisch-physikalischen oder mathematisch-statistischen Methoden zu leisten.

Je nach Anwendungsfall kann aufgrund komplexer und vielschichtiger Abhängigkeiten und Wechselwirkungen auf die augenscheinlich eindimensionale Fragestellung nach der Senkung einer Belastung keine triviale Antwort gegeben werden, sondern es ist in der Regel ein Bündel aufeinander abgestimmter Maßnahmen zu ergreifen. An dieser Stelle sei als Beispiel die Planung von Maßnahmen genannt, die in den Luftreinhalteplan eingehen sollen. Trotz der Erkenntnisse aus Messungen im Labor und aus Feldversuchen ist z. B. nicht abschließend geklärt, in welcher Proportion die Hauptquellen der Kfz-bedingten Emissionen (Abgaspartikel, Aufwirbelung von Straßenstaub, Bremsabrieb, Sekundärpartikelbildung aus NO_x und VOCs) zueinander stehen. Ein anderes Beispiel betrifft die Bestimmung von messtechnisch nicht oder nur schwer erfassbaren Emissionen, deren Immissionsbeitrag an bestimmten Orten abgeschätzt werden soll.

Für die Bearbeitung solcher Fragestellungen führt IUTA Messungen von Emissionen und Immissionen durch, wertet umfangreiche Datensammlungen aus und nutzt mathematisch-statistische oder physikalische Modelle. Soweit die Emissions-Quellstärke nicht messtechnisch identifizierbar ist, wie z. B. bei Haldenabwehungen oder dem Umschlag staubender Güter, lassen sich aus systematisch angelegten Immissionsmessungen und Modellrechnungen Rückschlüsse auf die Emissionsquellstärken ableiten.

Immission

Die Luftqualität in Städten und Ballungsräumen hat sich durch die ergriffenen Minderungsmaßnahmen (z. B. Umweltzonen) zwar verbessert, dennoch werden die EU-Grenzwerte auch in Deutschland an einzelnen kritischen Messorten noch immer überschritten. Insbesondere die Konzentrationen von Stickstoffdioxid in der Luft liegen in der unmittelbaren Umgebung des Straßenverkehrs über den Grenzwerten, da zusätzlich zu einer höheren Verkehrsdichte auch die ausschließlich auf die Minderung von Partikelausstoß und CO_2-Emissionen optimierte Motortechnik mit erhöhten NO_2-Emissionen beiträgt. Aber auch die Feinstaubkonzentration ist nach wie vor nicht überall „im grünen Bereich“. Hierfür ist möglicherweise die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Brennstoffen (Holz, Holzpellets) zur Raumheizung mitverantwortlich.

Messtechniken zur Erfassung von Rußpartikeln und deren Anwendungen in Messnetzen waren u. a. das Ziel einer Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) im Jahr 2014. In Erweiterung dazu werden in einer in 2015 vom Umweltbundesamt beauftragten Studie bundesweite Untersuchungen zu Quellbeiträgen aus Holzfeuerungen und die Bedeutung von Ruß für die Umwelt durchgeführt. Das IUTA wird darin zum einen eine umfangreiche Literaturstudie zu den Auswirkungen von Ruß-Emissionen („Black Carbon“, BC) auf Klima und Gesundheit erstellen, Daten der deutschen Messnetze auswerten und ein eigenes Messprogramm durchführen. Im Zusammenhang mit den BC-Messungen weiterhin bedeutsam ist die Mitarbeit an der EU-Norm zur Messung von elementarem und organischem

Kohlenstoff in Feinstaub-Filterproben. Die dafür gebildete CEN-Arbeitsgruppe steht unter der Leitung von Herrn Prof. Kuhlbusch.

Weitere, im Berichtsjahr fortgeführte und zum Teil abgeschlossene, Projekte betreffen die Exposition gegenüber partikelemittierenden Innenraumquellen (UBA-Projekt „EPIA“) und die Identifizierung von Quellmustern in Immissions- und Depositionsdaten für Polychlorierte Dioxine, Furane und Biphenyle (UBA-Projekt „Dioxine“).

Nanomaterialien – Freisetzung und Exposition

Nanomaterialien werden in vielen Produkten verarbeitet. Sie ermöglichen effiziente, leichte und robuste Bauteile, aber ihre geringe Größe führt zu Besorgnissen im Bereich der Sicherheit der neuen Materialien für Mensch und Umwelt. Das höchste Risiko für den Menschen wird für die Bereiche gesehen, in denen eine Exposition über die Luft in Form von Aerosolen erwartet wird. Eine Aufnahme über die gesunde Haut ist beim Menschen eher unwahrscheinlich. Eine orale Aufnahme über Nahrung oder Getränke ist möglich bzw. beabsichtigt, aber Untersuchungen zeigen höhere gesundheitsschädigende Effekte beim Menschen über die inhalative Aufnahme. Aus diesem Grund ist die Freisetzung von und Exposition gegenüber Nanomaterialien in der Umgebungsluft ein Fokus der Forschung im Bereich *Luftreinhaltung & Nanotechnologie*. Neben der Entwicklung von Messtechniken und -geräten sowie Messstrategien zur effizienten Untersuchung möglicher Expositionen liegt ein Schwerpunkt derzeit auf der Untersuchung möglicher Freisetzung von Nanomaterialien. Hierzu wird, neben teilweise neu entwickelten Laborsimulationen zur konkreten Untersuchung der Freisetzung aus z. B. Kompositmaterialien, eine qualitative und quantitative Analyse der möglichen Freisetzungen im Laufe des Lebenszyklus durchgeführt. Auch ein sicherer Umgang mit Nanomaterialien steht im Fokus der Arbeiten.

Im EU-Projekt MARINA (www.marina-fp7.eu) wurde im Rahmen des von IUTA geleiteten Arbeitspakets die Freisetzung aus verschiedenen Kompositmaterialien bestimmt. Hierzu wurden in einem eingehausten Versuchsstand (Bild 3-9) mit einer sehr geringen Partikelhintergrundbelastung die Materialien verschiedenen Bearbeitungsmethoden wie Schleifen oder Bohren unterzogen. Die freigesetzten luftgetragenen Partikel wurden quantitativ erfasst und morphologisch mittels Rasterelektronen-Mikroskopie charakterisiert. Ein Teil der Untersuchungen ist Bestandteil internationaler Ringversuche, mit denen die Grundlagen für eine spätere Standardisierung der Testverfahren gelegt werden.

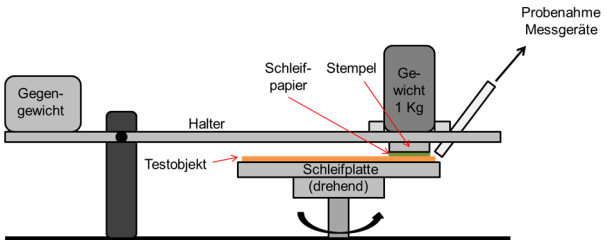


Bild 3-9: Versuchsaufbau zur Untersuchung der Partikelfreisetzung beim Schleifen (schematisch).

Eine weitere wichtige Materialeigenschaft, die im Projekt MARINA betrachtet wurde, betrifft das Deagglomerationsverhalten von Nanopulver bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen. Speziell wurde systematisch der Einfluss der Luftfeuchte im Hinblick auf die Agglomeratstabilität untersucht.

Eine mögliche Partikelfreisetzung stand auch bei dem EU-Projekt BUONAPART-E (www.buonapart-e.eu) im Mittelpunkt, wobei der Schwerpunkt hier auf Messungen einer möglichen Freisetzung bei der Produktion sowie der Weiterverarbeitung der Nanopartikel lag. Hierfür wurden die, unter anderem im

mittlerweile abgeschlossenen BMBF-Projekt nanoGEM (www.nanoGEM.de) entwickelten Messvorschriften zur Partikelfreisetzung angewendet.

Der Bereich *Luftreinhaltung & Nanotechnologie* ist auch am EU-Projekt FutureNanoNeeds (www.futurenanoneeds.eu) beteiligt. Hier wird die Freisetzung von Nanomaterialien während des gesamten Lebenszyklus mithilfe einer bayesischen Modellierung betrachtet. Ziel ist es, quantitative Informationen über die Hauptpfade der Freisetzung zu gewinnen.

Nanomaterialien in der Umwelt

Nanomaterialien können während ihres gesamten Lebenszyklus in die Umwelt freigesetzt werden. Hierbei stellt sich gerade für neue Materialien die Frage, was mit diesen in der Umwelt passiert. Werden die neuen Materialien transformiert z. B. aufgelöst oder abgebaut? Wie mobil sind sie in der Umwelt? Sind die Produkte toxikologisch relevant? Kommt es zu einer späteren Freisetzung durch Alterung/Verwitterung? Akkumulieren diese Materialien in spezifischen Umweltkompartimenten oder im Rahmen der Nahrungskette? Diese wichtigen Fragen im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung der Anwendung von Nanomaterialien werden im vierten Themengebiet des Bereiches *Luftreinhaltung & Nanotechnologie* untersucht.

Im Rahmen der Projekte „MARINA“ (EU-FP7), „FutureNanoNeeds“ (EU-FP7), „Gruppierung von Nanomaterialien im Hinblick auf eine gemeinsame Prüfung von Umweltwirkung für Regulierungsaspekte“ (UBA), „nanoFASE“ (EU-FP7) und „nanoGRAVUR“ (BMBF) werden die Mobilität und die Transformation von Nanomaterialien in den Umweltkompartimenten Luft, Wasser und Boden untersucht. Ein weiterer Fokus liegt dabei auf der Identifizierung von Parametern, die die Mobilität und die Transformation beeinflussen und welche dann auch für eine Gruppierung von Nanomaterialien hinsichtlich einer späteren Risikoabschätzung verwendet werden können. Für viele Materialien zeigt sich zum Beispiel eine geringe Mobilität und hohe Adsorption an Bodenpartikel, sodass eine Akkumulation der Nanomaterialien in den obersten Bodenschichten wahrscheinlich erscheint. Die Mobilität hängt unter anderem von der elektrischen Ladung der Partikel, dem Zetapotential ab, da dieses direkt das weitere Verhalten, zum Beispiel das Adsorptionsverhalten an anderen Oberflächen oder die Anlagerung von organischen Materialien, beeinflusst. Das Zeta-Potential ist somit ein Parameter, welcher sowohl die Mobilität als auch die Transformationsprozesse beeinflusst.

Weitere Fragestellungen, die im Rahmen von nationalen und internationalen Projekten untersucht wurden, umfassten die Mobilität von Nanomaterialien in Kläranlagen, die Aufnahme der Materialien durch Daphnien, die Bestimmung der Expositionskonzentration und Größenverteilung, das Agglomerationsverhalten in verschiedenen Medien, den Transport von Schadstoffen in Böden bei Anwesenheit von Nanomaterialien sowie die chemische Veränderung von Nanomaterialien in der Umwelt.

Eine Herausforderung beim Studium des Umweltverhaltens ist die Detektion der Nanomaterialien in der Umwelt bei der zu erwartenden niedrigen Konzentration. Daher ist es notwendig, grundlegende Erkenntnisse durch Laboruntersuchungen zu erlangen und deren Übertragbarkeit auf die Umwelt zu evaluieren.

3.4 Umwelthygiene & Spurenstoffe

Viele in der Human- bzw. Veterinärmedizin eingesetzte Arzneimittel haben bereits in sehr geringen Konzentrationen ein erhebliches toxisches und ökotoxisches Potential. 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.

Abwasserbehandlung mittels adsorptiver und oxidativer Verfahren

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 Oberflächengewässerhäufig 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].

Aus verschiedenen Projekten, u. a. mit IUTA-Beteiligung, geht hervor, dass sich für die gezielte Spurenstoffelimination auf Kläranlagen derzeit Verfahren mit Einsatz von Ozon oder Aktivkohle als am besten geeignet erweisen. 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 aus der Planung und dem Betrieb der im Bereich der kommunalen Abwasserreinigung neuen Techniken resultierenden Erfahrungen werden dort koordiniert gesammelt und aufgearbeitet, um sie bei weiteren Projekten miteinfließen lassen zu können.

Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW

Das Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW bündelt Informationen und Kompetenzen zu „Mikroschadstoffen im Wasserkreislauf” in Nordrhein-Westfalen. Das Kompetenzzentrum 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 des Kompetenzzentrums Mikroschadstoffe.NRW 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 Mikroschadstoffe.NRW 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.

Das Fortschrittskolleg „Future Water“ ist eines von sechs strukturierten Promotionsprogrammen im Rahmen der Forschungsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen „Fortschritt NRW“. Es wird gefördert durch das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung.

Durch die immer intensivere Wassernutzung und die damit verbundene Veränderung der Gewässer zählt eine nachhaltige Wasserwirtschaft zu den zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Sie zu meistern verlangt nach einem interdisziplinären Ansatz zur Wasserforschung. Im Rahmen des Fortschrittskollegs „Future Water“ arbeiten zwölf Doktorandinnen und Doktoranden aus Ingenieurwissenschaften, Chemie, Mikrobiologie, Ökonomie, Ökologie, Medizin und Geisteswissenschaften zusammen an einem Modell zur effizienten und nachhaltigen Wassernutzung. Die „Metropole Ruhr“ ist die dafür ausgewählte Modellregion.

Am IUTA wird eine Forschungsarbeit zur Bewertung von oxidativen Abwasseraufbereitungsmethoden in Kläranlagen im Hinblick auf die immer mehr in den Fokus tretenden Mikroschadstoffe durchgeführt. Zur Untersuchung der Eliminierungsleistung und des Verhaltens der östrogen und androgen aktiven Substanzen werden neben der instrumentellen Analytik (LC-MS/MS und GC-MS/MS) parallel Methoden zur wirkungsbezogenen Analytik entwickelt und angewandt. Letztere beruhen auf dem Einsatz von transgenen Hefezellen (Arxula Adeninivorans), mit welchen sich die Toxizität in Bezug auf die hormonelle Aktivität eines Gewässers als Summenparameter beschreiben lässt.

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

Ziel des im Rahmen von „Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW – Förderbereich 6: Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Abwasserbeseitigung“ durch das MKULNV geförderten Projektes war die Untersuchung endokriner Aktivitäten in der Kläranlage am Marienhospital Gelsenkirchen. Dabei sollte die aus vorangegangenen Untersuchungen abgeleitete Hypothese, dass die selektive Elimination von Antiöstrogenen bei der Ozonung die Maskierung der Östrogene aufhebt und somit zu einer vermeintlich höheren östrogenen Aktivität nach der oxidativen Behandlung führen kann, überprüft werden. Dazu wurden Arxula-adeninivorans-, CALUX- und Saccharomyces-cerevisiae-Testsysteme eingesetzt und hinsichtlich ihrer Eignung und Empfindlichkeit zur Untersuchung von Kläranlagenproben verglichen.

Eine gute Elimination der östrogenen und androgenen Aktivität wurde im Membranbioreaktor der Krankenhaus-Kläranlage festgestellt. In den nachfolgenden Behandlungsstufen (Ozonung und Sandfiltration) war eine weitere Reduzierung zu beobachten, sodass nach der Sandfiltration keine agonistischen Effekte nachweisbar waren. Die Untersuchungen der antagonistischen Effekte (Antiöstro-

genität und Antiandrogenität) zeigten höhere Aktivitäten als die agonistischen Effekte und eine schlechtere Eliminierung bei der Abwasserreinigung. Im Membranbioreaktor werden, wie auch bei den agonistischen Effekten, ca. 50% der Aktivität eliminiert. Allerdings findet in den folgenden Behandlungsstufen keine weitere Verringerung statt. Dies führt dazu, dass auch im Ablauf des Sandfilters als abschließender Behandlungsstufe weiterhin sowohl antiöstrogene als auch antiandrogene Aktivitäten nachweisbar sind. Der Effekt der Erhöhung der östrogenen Aktivität konnte nach Ozonung in den Untersuchungen im Rahmen dieses Projektes nicht erneut beobachtet werden. Die hohen antagonistischen Aktivitäten weisen trotzdem auf die hohe Relevanz dieser Substanzgruppe hin und untermauern die Möglichkeit maskierender Effekte. Außerdem wird deutlich, dass die antagonistischen Substanzen nur unzureichend abgebaut werden. Der Vergleich der verwendeten Testsysteme zeigt Unterschiede sowohl hinsichtlich der zytotoxischen Matrixeffekte als auch der Nachweisempfindlichkeit. Während in den Arxula-Assays keinerlei zytotoxische Matrixeffekte beobachtet werden konnten, zeigen die CALUX-Systeme eine deutliche Beeinträchtigung, sodass die Proben nur stark verdünnt analysiert werden konnten. Die Saccharomyces-Assays zeigten hauptsächlich zytotoxische Effekte und bakterielle Kontaminationen in den Zulaufproben.

Bei Fraktionierung der Proben der einzelnen Behandlungsstufen wird deutlich, dass keine östrogen oder androgen aktiven Substanzen durch die Ozonung gebildet werden. Dies untermauert die Hypothese, dass maskierende Effekte für die in vorangegangenen Untersuchungen beobachteten erhöhten östrogenen Aktivitäten verantwortlich waren.

Die Substanzanalytik mittels LC-MS/MS und GC-MS zeigt vergleichbare Ergebnisse zu der mit Bioassays. Wie zu erwarten, konnten die höchsten Konzentrationen und die meisten Substanzen in den Zulaufproben detektiert werden und bis auf einige Ausnahmen schon im MBR bis unterhalb der Nachweisgrenze der instrumentellen Methode reduziert werden. Die übrigen Substanzen sind in den zusätzlichen Behandlungsstufen nur in sehr geringen Konzentrationen vorhanden und es wird eine Elimination deutlich. Antiöstrogene bzw. antiandrogene Arzneimittelwirkstoffe wie Tamoxifen oder Flutamid konnten nicht nachgewiesen werden. Da in den Assays jedoch hohe antagonistische Wirkungen beobachtet wurden, ist es wahrscheinlich, dass bisher noch nicht betrachtete Substanzen für die Wirkung verantwortlich sind.

Die im Rahmen dieses Projektes erzielten Ergebnisse zeigen die Relevanz antagonistischer Substanzen bei der Abwasserreinigung. Allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf in Bezug auf die Aufklärung der effektverursachenden Substanzen und das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Östrogenität, Androgeniät, Antiöstrogenität und Antiandrogenität. Außerdem wird deutlich, dass trotz unterschiedlicher Testspezifischer Verdünnungen und Empfindlichkeiten die eigentliche Bewertung der Testergebnisse gleich ausfällt. Dies ist für die Wasserwirtschaft ein zentrales Projektergebnis, da bei zukünftigem Monitoring die Ergebnisse unabhängig vom verwendeten Assay verglichen werden können.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Bewertung der endokrinen Wirkungen, die nach der biologischen Behandlung im MBR nachgewiesen wurden. Dies betrifft insbesondere die antiöstrogenen und antiandrogenen Effekte, deren ökotoxikologische Bewertung aufgrund des derzeit begrenzten Erkenntnisstandes schwierig ist. Da diese Effekte nicht durch die Nachbehandlung reduziert werden können, scheint für den Anwendungsfall der Ablaufozonung eine effizientere Nachbehandlung von großer Bedeutung zu sein. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass auch die häufig eingesetzte Option der Sandfiltration zumindest für die hier untersuchten endokri-

nen Wirkungen keine vollständige Barriere darstellt. Im Gegensatz zur derzeit noch nicht ausreichend empfindlichen chemischen Analytik ist es durch den Einsatz der wirkungsbezogenen Analytik möglich, eine Einhaltung der vorgeschlagenen Umweltqualitätsnorm (UQN) von Kläranlagenabläufen oder Oberflächengewässern mit den hier eingesetzten Testsystemen zu überprüfen.

Danksagung:

Das Projekt wird vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

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

PharmaMonitor und weitere Dienstleistungen

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

Produktionsbegleitende Arbeitsplatzmessungen auf hoch wirksame Substanzen (Luftmessungen und Biomonitoring) in der Pharmaindustrie werden ebenso wie Methodenentwicklung und Sonderuntersuchungen vom IUTA direkt angeboten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Unterstützung von Kunden bei Auditierung und Zertifizierung. Hierzu erfolgten umfangreiche Revalidierungsuntersuchungen zu Probenahme, Lagerung, Versand und Analytik nach SMEPAC (Standardized Measurement of Equipment Particulate Containment). Mit der von der ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering) erarbeiteten Richtlinie „Assessing the Particulate Containment Performance of Pharmaceutical Equipment“ erfolgt die Qualifizierung und Überwachung von Containmentsystemen zur Produktion von OEB-4- und OEB-5-Stoffen (OEB = Occupational Exposure Band). Ab OEB-4-Substanzen ist die Produktion in geschlossenen Systemen (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 Forschungsprojekten 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*. Im Jahr 2015 wurde die Erstakkreditierung beim DAkkS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 erfolgreich durchgeführt. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 festgelegten Umfang.

Ausstattung Bereich 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/PICO online SPE mit AB Sciex Q Trap 6500
- Thermo DSQ GC-MS und Agilent 6890N GC-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

3.5 Gasprozesstechnik & Energiewandlung

Die Kernkompetenzen des Bereichs *Gasprozesstechnik & Energiewandlung* erstrecken sich auf die Speicherung und Einsparung von Energie, die Aufbereitung von Abfallströmen unter Rückgewinnung wertvoller Inhaltsstoffe sowie auf abfallanalytische Fragestellungen.

An einer großen Technikumsanlage zur Abscheidung von CO_2 aus Rauch- und Brenngasen wird im Auftrag von Industriepartnern der Einsatz neu formulierter Waschmittel mit dem Ziel untersucht, den Energieaufwand des Verfahrens zu reduzieren.

Weitere Arbeiten zur Reduzierung von CO_2 betreffen neben der Abscheidung auch dessen Verwertung bzw. Deponierung. So wird z. B. in einem öffentlich geförderten Forschungsvorhaben die Absorption von CO_2 mittels Kalksteinwäsche untersucht. In einem weiteren Forschungsprojekt wird der Einsatz von CO_2 aus einem Kohlekraftwerk zur Methanolsynthese im Technikumsmaßstab untersucht. Die katalytische Umsetzung von CO_2 mit Elektrolyse-Wasserstoff zu Methanol ist eine Möglichkeit, überschüssige elektrische Energie in chemische Energie zu wandeln und zu speichern.

Im Berichtszeitrum 2015 wurde die enge Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut (MPI) für Kohlenforschung, Mülheim, auf dem Gebiet der Wasserstoff- und Wärmespeicherung in Metallhydriden fortgesetzt und intensiviert. Dabei stand die Hochtemperatur-Wärmespeicherung (bis 550 °C) im Mittelpunkt der Arbeiten. Es konnte die prinzipielle Eignung von Magnesiumeisenhydrid als Speichermaterial erfolgreich demonstriert werden. Aber auch für niedergrädige Wärme stehen entsprechende Hydride zur Verfügung. Hier werden zudem Phase Change Materials (PCM) eingesetzt.

Auf dem Gebiet der metallhydrid-basierten Wasserstoffspeicherung wurde gemeinsam mit dem MPI und einem mittelständischen Unternehmen beim NRW-Landeswettbewerb „EnergieUmweltwirtschaft.NRW“ ein Projektantrag eingereicht, der den ersten Platz belegte. Zielstellung ist die stoffliche und thermische Kopplung eines vom IUTA und MPI gemeinsam entwickelten Wasserstoffspeichers mit einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle zu einem optimierten KWK-Energiesystem. Projektstart ist Anfang 2016.

Die abfallanalytischen Tätigkeiten konzentrierten sich auf Projektarbeiten zur Schnellelution von Metallen aus Abfallströmen sowie auf die Entwicklung eines Testkits für ein Schnellanalyseverfahren zur Bestimmung von PAKs. Erfreulich ist, dass ein Projekt zur Reinigung von Schleifschlämmen aus der Metallbearbeitung akquiriert werden konnte, das auf früheren grundlegenden Arbeiten des IUTA beruht und nun in die industrielle Praxis überführt werden soll. Die Projektarbeiten starteten am 1. Januar 2016.

Bei der Behandlung wässriger Abfalllösungen wurden neue interessante Fragestellungen betrachtet. Im Fokus stehen mit Chrom(VI)-Salzen belastete Reststoffströme der Galvanikindustrie. Unter Ausnutzung der elektrochemischen Potentiale der Ionen in den Abfalllösungen gelingt dabei neben der Reduktion der toxischen Chrom(VI)-Verbindungen zu unbedenklichen Chrom(III)-Verbindungen die gleichzeitige Gewinnung von elektrischer Energie.

Thermochemischer Wärmespeicher für Hochtemperaturanwendungen bis 550°C

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Hochtemperatur-Wärmespeichers auf Basis eines komplexen Magnesium-Eisen-Hydrids. Die thermochemisch speicherbare Wärmemenge ist durch die Reaktionsenthalpie gegeben, die bei der reversiblen Bildung des Hydrids aus den metallischen Elementen frei wird.

$$2\,Mg + Fe + 3\,H_2 \rightleftharpoons Mg_2FeH_6 + 232\ kJ/mol$$

Es ergibt sich eine theoretische, maximale Wärmespeicherdichte von 0,58 kWh/kg (gravimetrisch) bzw. 1595 kWh/m^3 (volumetrisch). Der Vergleich mit einem klassischen Warmwasserspeicher, der z. B. bei einer Temperaturdifferenz von 60°C maximal 0,07 kWh/kg bzw. 72 kWh/m^3 speichern kann, zeigt den Kapazitätsvorteil thermochemischer Speicher gegenüber konventionellen Speichern.

Die konstruktiven Entwicklungsarbeiten führten zu einem Rohrbündel-Design des Wärmespeichers (Bild 3-10).

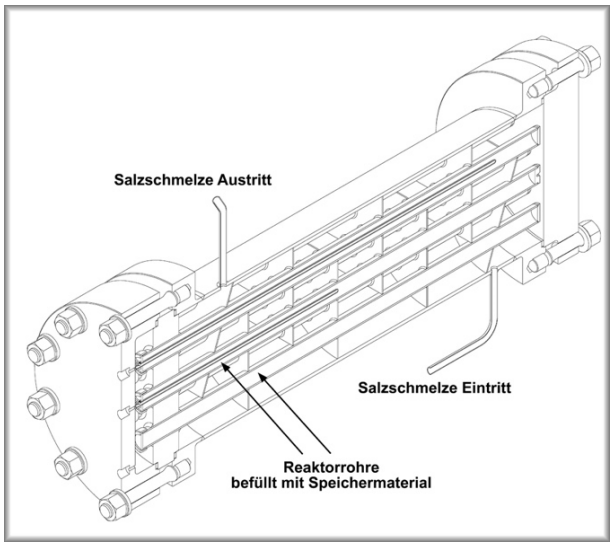


Bild 3-10: Schnitt durch den Behälter des Hochtemperatur-Wärmespeichers

In diesem wird die vorgesehene Speichermasse an Metallhydrid von 4,5 kg auf 13 Einzelrohre (ϕ_a = 29 mm, s_{Wand} = 2 mm, l_{Rohr} = 700 mm) verteilt. Die berechnete zu speichernde und wieder freizusetzende Wärmemenge von 2,7 kWh wird mittels einer umlaufenden Salzschmelze als Wärmeträgerfluid mit entsprechenden Wärmeübertragern realisiert. Nach erfolgter Basiskonstruktion der Anlage waren die Schwerpunkte der Entwicklungsarbeiten Festigkeitsberechnungen für die Festlegung der Dimensionen der Rohrreaktoren sowie Wärmeübertragungsberechnungen zur Festlegung der Geometrie des Rohrbündels und der Geometrien der Wärmeübertrager für die Wärmequelle und Wärmesenke.

Vor dem Bau des Teststands standen experimentelle Untersuchungen zur Validierung des Reaktor-Konzepts im Fokus. Dabei wurde eine geeignete Befüllungsmethode für die pulverförmige Metallmischung in die Reaktorrohre entwickelt und getestet. An einem einzelnen Reaktorrohr konnte die Befüllung des Speichers, die Eignung der gewählten Dichtungskonzepte, die Gleichmäßigkeit der Wärmeübertragung in das Speichermaterial und die eigentliche Wärmespeicherung und Wärmeentnahme mit Wasserstoff als Reaktionspartner untersucht werden. Dabei wurde die Wärmezufuhr über eine elektrische Beheizung realisiert. Die Wärmeabfuhr erfolgte passiv über die Wärmeverluste an die Umgebung. Das Reaktorrohr wurde mit 211 g einer vorgemischten stöchiometrischen Mg/Fe-Pulvermischung an der Umgebungsluft beladen. Die Wärmespeicherung und Wärmeentnahme erfolgte bei Temperaturen zwischen 490 °C und 500 °C bei Wasserstoffdrücken zwischen 77 bar und 80 bar. Während und nach den durchgeführten Tests konnten keine Leckagen festgestellt werden.

Im Anschluss an die experimentellen Untersuchungen erfolgte die mechanische Zerlegung (Zerstörung) des Reaktorrohrs in einer Glove-Box unter Schutzgasatmosphäre, um eventuelle Veränderungen des Rohrmaterials zu erfassen und das eingesetzte Speichermaterials zu analysieren. Erst dadurch konnte die gewünschte Bildung von Mg_2FeH_6 aus der Mg/Fe-Mischung nachgewiesen werden.

Nach den positiven Ergebnissen wurde im nächsten Schritt der Wärmespeicher im Labormaßstab gefertigt und in einem Teststand aufgebaut (Bild 3-11). Als eine besondere Herausforderung stellte sich die Befüllung des Versuchsstands mit dem Wärmeübertragungsmedium (Salz), dessen Einschmelzen und die Aktivierung des Salzschmelzkreislaufs mit der Kolbenpumpe dar. Im nächsten Schritt erfolgen nun die Inbetriebnahme des Speichers durch Hydrierung des Speichermaterials und der Versuchsbetrieb zur Wärmespeicherung und Wärmeentnahme.

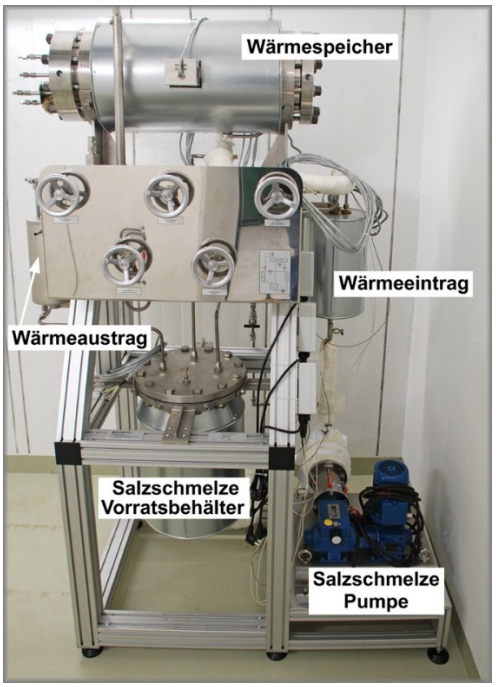


Bild 3-11: Versuchsstand zum Betrieb des Hochtemperatur-Wärmespeichers

Danksagung:

Das IGF-Projekt 17850 N der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Forschungsnetzwerk Mittelstand

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gewinnung von Alaun und elektrischer Energie aus chromhaltigen flüssigen Reststoffströmen der Galvanikindustrie

Innerhalb der Galvano- und Oberflächentechnik hat der Einsatz von Chrom(VI)-verbindungen aufgrund der damit zu erzielenden funktionalen und dekorativen Beschichtungen sowie der kunststoffbeizenden Eigenschaften nach wie vor einen besonderen Stellenwert. Die nach der betrieblichen Verwendung anfallenden Reststoffströme weisen noch beträchtliche Chrom(VI)-Gehalte auf. So sind in auszuschleusenden Spülwässern noch 25 – 40 g/l Cr(VI) feststellbar, die Gehalte verbrauchter Chromschwefelsäurebeizen liegen etwa zehnfach höher. In Deutschland gibt es ca. 2000 galvanotechnische, meist mittelständische Betriebe, die jährliche Umsätze von 5 – 6 Mrd. € erwirtschaften. Aus ihren Aktivitäten ergeben sich beträchtliche chrom(VI)-haltige Reststoffmengen.

Derzeitiger Stand der innerbetrieblichen Entsorgung ist die Umsetzung des sechswertigen Chroms zu mindergiftigem, gelöstem Cr(III) durch ein Reduktionsmittel (z. B. Hydrogensulfit) bei pH-Werten von 2 – 3. Die resultierende Flüssigkeit wird üblicherweise den

übrigen Abwässern zugemischt und gemeinsam mit diesen einer Hydroxidfällung unterworfen. Das gebildete Fällungsprodukt ist ein Gemenge unterschiedlicher Metallhydroxide, für das die wirtschaftliche metallurgische Aufarbeitung nicht möglich ist und somit nur die Beseitigung als Sonderabfall bleibt.

Im Gegensatz zur aktuellen Entsorgungspraxis besteht der Grundgedanke des von der Hartchrom GmbH, Karlsruhe, und dem IUTA verfolgten Lösungsansatzes darin, die in den Cr(VI)-Abfallströmen vorhandenen stofflichen Eigenschaften zur Umwandlung in marktfähige, werthaltige Stoffe unter gleichzeitiger Entgiftung auszunutzen. Der Prozess läuft über ein elektrochemisches Element, bei dem die Cr(VI)-Verbindungen zu Cr(III) reduziert werden und dabei speicherbare elektrische Energie liefern.

Bild 3-12: Teststand mit Reaktor

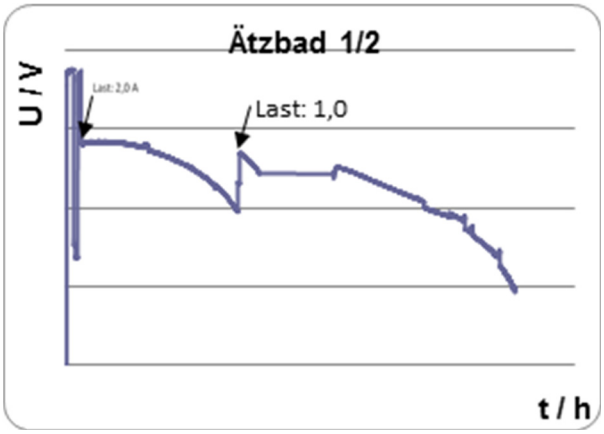


Bild 3-13 Typische Entladekurve der Zelle bei Umsetzung von Cr(VI)-haltigem Ätzbad

Praktisch wird dies in einem elektrochemischen Laborreaktor durchgeführt, der die Aufnahme von Entladekurven des elektrochemischen Elements unter ohmscher Last gestattet (Bild 3-12 und Bild 3-13).

Die bisherigen Laborversuche führten zur Reduktion von Cr(VI)-Verbindungen unter Bildung von Cr(III)-Verbindungen mit Umsatzgraden von > 80%, wobei elektrische Leistungen von bis zu 10 Wh/$l_{Cr(VI)\text{-}Elektrolyt}$ erhalten wurden (Bild 3-14).

Bild 3-14: Auskristallisiertes Cr(III)-Alaun

Nach diesen positiven Resultaten erfolgen nun die Projektierung und der Betrieb einer Pilotanlage bei der Hartchrom GmbH.

Danksagung:

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

Energieeffiziente CO_2-Abtrennung aus Abgasen der Zementindustrie

Neben der Energiewirtschaft – als größtem CO_2-Emittenten – tragen weitere Industriezweige in hohem Maße zur Emission von CO_2 und damit zum globalen Klimawandel bei. So entfallen auf die Zementindustrie als zweitgrößtem Emittenten etwa 7 % der globalen CO_2-Emissionen.

Die Abtrennung des Kohlendioxids aus Rauchgasen nach dem eigentlichen Verbrennungsprozess (Tail-End-Prozess) wird als Post-Combustion-Verfahren bezeichnet. Bislang befindet sich der Einsatz eines Post-Combustion-Verfahrens in der Zementindustrie noch im Forschungsstadium, während in der Energieerzeugung schon einige Pilot-Anlagen im Einsatz sind. Bei diesen Anlagen handelt es sich fast ausschließlich um Absorptions-Prozesse, bestehend aus einer Absorber-Desorber-Einheit, in der mithilfe von zumeist wässrigen Aminlösungen Kohlendioxid selektiv gebunden wird. Der Einsatz der Aminwäsche bringt jedoch eine Reihe technischer Probleme mit sich, die in den korrosiven und toxischen Eigenschaften der Amine sowie den hohen Betriebs- und Investitionskosten dieser Anlagen begründet sind.

In einem IGF-Forschungsprojekt des IUTA wird die Durchführbarkeit einer energieeffizienten Alternative zur flüssigen Amin-Wäsche untersucht, die auf der Adsorption von CO_2 auf amindotierten Adsorbentien basiert. Aufbauend auf Ergebnissen aus Laboruntersuchungen des Projektpartners (Lehrstuhl für chemische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Dortmund), bei denen u. a. die CO_2-Aufnahmekapazitäten verschiedener amindotierter Adsorbentien sowie geeignete Desorptionsparameter untersucht werden, befasst sich das IUTA mit der praxisnahen Abtrennung von Kohlendioxid aus dem Rauchgas eines Zementwerks mit einer mobilen Adsorptionsanlage (Bild 3-15). Diese Anlage wurde vom IUTA konstruiert und in Betrieb genommen und zunächst unter Technikumsbedingungen mit einem 13X-Zeolith als Adsorptionsmittel getestet.

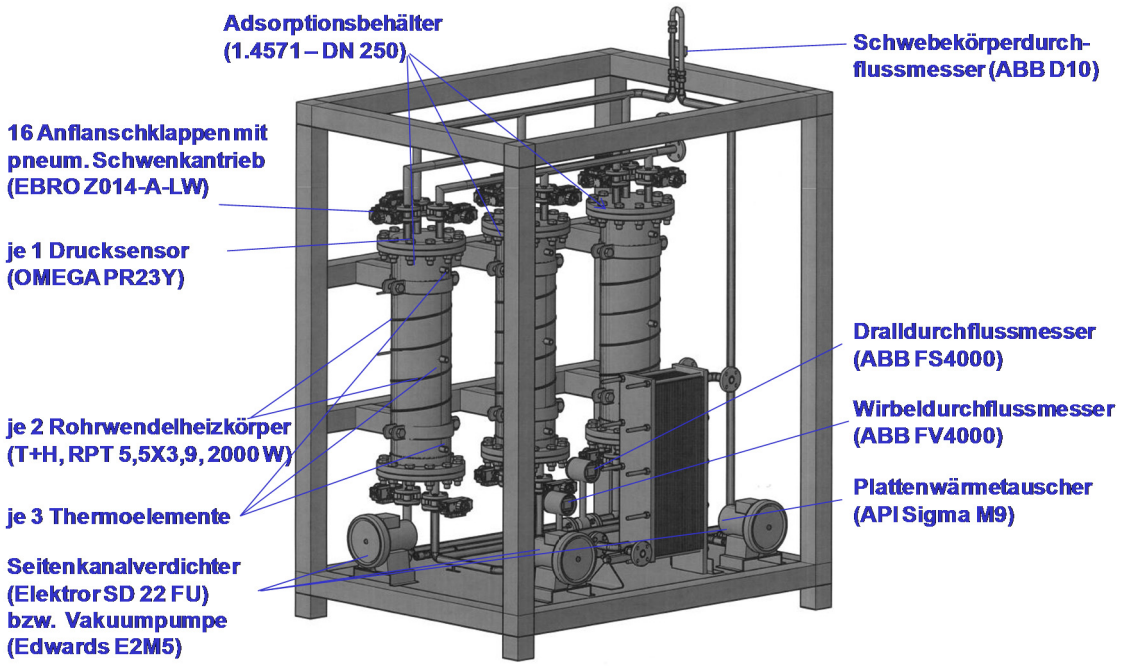


Bild 3-15: Konstruktionsskizze der mobilen Adsorptionsanlage

Während der Adsorptionsphase wird das zu reinigende Rauchgas über die Adsorbensschüttung geführt und das im Rauchgas enthaltene CO_2 an der inneren Oberfläche des Adsorbens angelagert. Kurz bevor ein Durchbruch des Adsorptivs durch die Schüttung zu erwarten ist, erfolgt zeitgesteuert die Umschaltung vom Adsorptions- zum Regenerationsbetrieb. Während die Adsorption im nächsten Reaktionsbehälter stattfindet, wird der zuvor mit CO_2 beladene Behälter desorbiert, was technisch durch eine Kombination aus Druckabsenkung und Temperaturerhöhung bewerkstelligt wird (kombinierte P-T-SA, Pressure-Temperature-Swing-Adsorption).
Dem Desorptionsprozess schließt sich ein Kühlmodus an, bei dem die Adsorbenstemperatur für den nachfolgenden Adsorptionsprozess wieder auf den Ausgangszustand gebracht wird.

Für die Untersuchungen im Zementwerk wurde als Adsorptionsmittel ein Styrol-Divinylbenzol-Copolymer mit Aminomethylen-Gruppen in Form der freien Base (Lewatit VP OC 1065) eingesetzt. Die Verwendung derartiger aminfunktionalisierter Adsorbentien zur Abtrennung von CO_2 aus Prozessgasen war bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen, die sich bisher vorwiegend auf thermogravimetrische Analysen oder Versuchsanordnungen im Labormaßstab, seltener auch im Technikumsmaßstab beschränkten und meist nur wenige Adsorptions-/Desorptionszyklen umfassten. Im Gegensatz hierzu lag der Fokus der hier vorgestellten Untersuchungen im Zementwerk auf der Praxistauglichkeit und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Mitte Mai 2015 erfolgte der Transport der Adsorptions-Versuchsanlage zum Zementwerk der Dyckerhoff AG in Lengerich, NRW. Nach Inbetriebnahme der Anlage erfolgte der Versuchsbetrieb jeweils wochenweise bis einschließlich November 2015 (Bild 3-16).

In dieser Zeit wurde ein umfangreiches Versuchsprogramm durchgeführt, in dem diverse Betriebsparameter wie Adsorptionstemperatur, Desorptionstemperatur und -druck, Abgasvolumenstrom und -temperatur, Kühlluftvolumenstrom und -temperatur, Adsorptions-, Desorptions- und Kühldauer (Taktzeit) variiert wurden.

Bild 3-16: Einsatz der Adsorptionsanlage mit Adsorbens Lewatit® VP OC 1065 im Zementwerk

Dabei wurden der CO_2-Gehalt des Rohgases, des Reingases, des abgesaugten CO_2-Gasstroms und des Kühlluftstroms kontinuierlich analysiert. Weitere Messgrößen waren der SO_2-Gehalt des Abgases, die Temperaturen in jeweils drei Ebenen der Adsorptionsbehälter, die Gasvolumenströme, die Gasfeuchte, die Systemdrücke, die Durchbruchszeiten bei der Adsorption sowie der Stromverbrauch der Anlage.

Die durchschnittlich im Abgas enthaltene CO_2-Menge von 13 – 15 Vol.-% wurde durch die Adsorption auf einen CO_2-Restgehalt von 0,6 bis 1,5 Vol.-% reduziert. Bis zu einem Drittel des im Abgas enthaltenen CO_2 konnte bei der Desorption mit einem Reinheitsgrad bis zu ca. 75 % mit der Vakuumpumpe abgesaugt werden. Der überwiegende Anteil der verbleibenden CO_2-Menge wurde während des Spülens mit Luft vom Adsorptionsmittel abgelöst und ausgetragen. Die bei der Desorption und dem nachfolgenden Spülen erlangte Beladungskapazität erlaubte beim zyklischen Betrieb der Reaktionsbehälter Taktzeiten bis zu acht Minuten ohne CO_2-Durchbruch bei der Adsorption.

Die Koadsorption von Wasser aus dem wasserdampfgesättigten Abgas erwies sich bei dem eingesetzten Adsorbens als erfreulich gering. Anfängliche Probleme mit Kondenswasser, das sich nach mehrstündigem Anlagenbetrieb in den Rohrleitungen und Aggregaten ansammelte, konnten durch Nachrüstung einer Schlauchpumpe und intervallweisem Abpumpen des Wassers gelöst werden. Ebenfalls positiv ist, dass auch nach mehrmonatigem Versuchsbetrieb mit mehr als 1000 Ad-/Desorptionszyklen mit realem Rauchgas keine Degradation des Adsorbens festzustellen war.

Die Ergebnisse der Versuche, die neben dem Ad- und Desorptionsverhalten des eingesetzten Adsorbens auch den Gesamtenergiebedarf der CO_2-Adsorption beinhalten, sollen in eine Simulation des Adsorptionsprozesses münden und vom Projektpartner „Forschungsinstitut der Zementindustrie“ mit einem Computermodell zur Klinkerherstellung verknüpft werden. Auf diese Weise wird eine Bilanz des vollständigen Prozesses inklusive der CO_2-Abtrennung erstellt, die abschließend mit anderen möglichen Verfahren zur Kohlendioxid-Abtrennung verglichen und bewertet werden kann.

Danksagung:

Das IGF-Vorhaben 15653 N der Forschungsvereinigung „DECHEMA e.V.“ wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

3.6 Nanomaterial-Synthese & -Prozesstechnik

Der Bereich *Nanomaterial-Synthese & -Prozesstechnik* erforscht und entwickelt Verfahren zur Herstellung von Nanomaterialien aus der Gasphase im Technikumsmaßstab sowie die Abscheidung von derartigen Materialien in prozessierbare Flüssigkeiten.

Um dem zusehends steigenden Bedarf an spezifischen Nanomaterialien Rechnung zu tragen, wurde vor nunmehr acht Jahren eine Technikums-Anlage zur Synthese hochspezifischer Nanopartikel aufgebaut (Bild 3-17) und in Betrieb genommen. 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, SnO_2 und Silizium.

Bild 3-17: Technikums-Anlage zur Herstellung hochspezifischer Nanopartikel

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.

Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab

An der Universität Duisburg-Essen wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) eine neue Forschergruppe (FOR 2284: Modellbasierte skalierbare Gasphasensynthese komplexer Nanopartikel) eingerichtet. Sprecher ist der wissenschaftliche Direktor des IUTA, Prof. Christof Schulz. Im Rahmen der Forschergruppe ist das Teilprojekt „Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab“ am IUTA angesiedelt. Übergeordnetes Ziel für die erste dreijährige Projektphase ist die Erarbeitung systematischer Designregeln zur Herstellung komplexer Nanopartikel in der Gasphase.

Ziel des IUTA-Teilprojektes „Synthese komplexer Nanomaterialien im Pilotmaßstab“ ist einerseits die Übertragung der Untersuchungs- und Synthesemethoden vom Labormaßstab in den Pilotmaßstab, und andererseits die Validierung der auf Basis von Laboruntersuchungen entwickelten 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 Prozesses bei gleichbleibender Produktqualität und erhöhtem Durchsatz sowohl im Flammen- als auch im Plasmareaktor. Das im Technikumsmaßstab hergestellte Produkt soll die gleichen Eigenschaften und Qualität aufweisen wie die Materialien aus dem Labormaßstab. Ein Anlass für das Projekt ist die Qualität der Nanopartikel, die derzeit in industriellen Gasphasenprozessen hergestellt werden. Diese zeichnen 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. Das Teilprojekt setzt dort an und schafft durch Übertragung von Grundlagenforschung in den Technikumsmaßstab die Verbindung zwischen Laborergebnissen auf der einen Seite und industrieller 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. Da weitere Materialverbesserungen oder Neuentwicklungen auf Basis evolutionärer und iterativer Prozessentwicklungen zusehends schwieriger werden, besteht ein wachsender Bedarf bei der Entwicklung, Optimierung und Skalierung von Anlagen bis in den Produktionsmaßstab auf Basis einer wissensbasierten Modellierung und Auslegung. Dieses Vorgehen ist in vielen Bereichen der Verfahrenstechnik Standard, wird aber aufgrund der Komplexität und der miteinander vernetzten Prozesse bei der Gasphasensynthese komplexer Nanomaterialien bisher nicht eingesetzt.

Der im Rahmen des Vorhabens einzusetzende Mikrowellen-Plasmareaktor wurde bisher mit einer nicht-optimierten Düse betrieben. Die Defizite dieser Düsengeometrie führten vor allem bei der Synthese von Siliziumpartikeln zur Deposition von Partikeln an Reaktorwänden im Bereich der Plasmaeinkopplung und so zu einer allmählichen elektrischen Abschirmung der eigentlichen Reaktionszone, sodass ein stabiler Betrieb über einen Zeitraum von mehreren Stunden bisher nicht möglich war.

In Zusammenarbeit mit zwei weiteren Teilprojekten innerhalb der DFG-Forschergruppe wurde die vorhandene Düsengeometrie kritisch hinterfragt und – basierend auf Erfahrungen mit einer entsprechenden Düse für den Mikrowellen-Plasmareaktor im Labormaßstab (IVG, UDE) – eine neue Düse entwickelt (Bild 3-18).

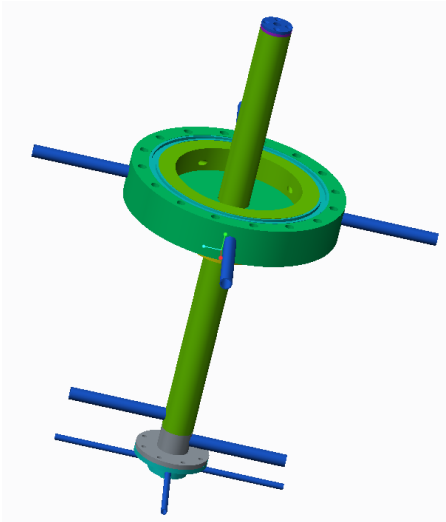


Bild 3-18: 3D-Konstruktionszeichnung der neu entwickelten Düse

Die neu konstruierte Düse erzeugt eine koaxiale Drallströmung, die die Plasmafackel (Bild 3-19) stabilisiert und zudem die Beschichtung des Quarzglasrohres verhindern soll. Die Effektivität der Düse wird sich bei den geplanten Langzeitsynthesen zeigen.

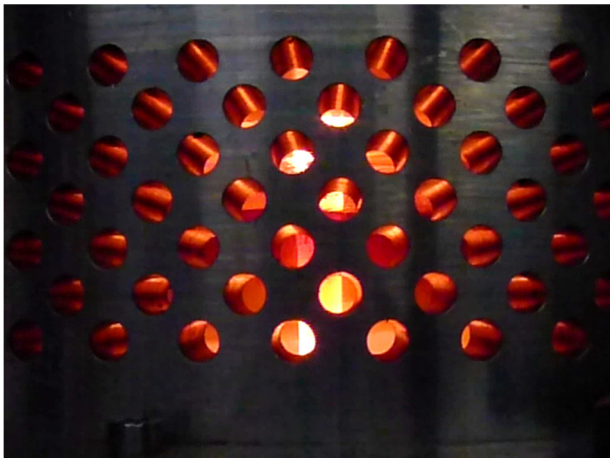


Bild 3-19: Plasmasynthesereaktor im Betrieb; in der Mitte ist die Plasmafackel zu sehen

Der Materialdurchsatz bei ersten Synthese-Versuchen lag bei 45 g/h. Die bisherigen Versuche deuten auf eine hohe Stabilität des Mikrowellen-Plasmareaktors bei der Synthese von Silizium-Nanopartikeln hin.

Bestätigt sich die Stabilität der Synthese, so kann der Präkursor-Volumenstrom erhöht und damit die angestrebte Menge von 100 g/h erreicht werden. Im Vergleich zum Laborreaktor wird im Langzeitbetrieb eine wesentliche Fragestellung sein, inwieweit sich die deutlich ansteigenden Massenströme und der damit einhergehende stark erhöhte Wärmefluss auf das Sintern der Partikel im Abgas des Plasmareaktors auswirken.

Zur Untersuchung der Bildung von sphärischen Partikeln mit homogener Größenverteilung bei unterschiedlichen Parametereinstellungen (Druck, Verweilzeit, Präkursor-Konzentration) sind unter anderem ortsaufgelöste Messungen mit laserinduzierter Inkandeszenz (LII) geplant.

DENANA – Designkriterien für Nachhaltige Nanomaterialien

GEFÖRDERT VOM
DENANA Designkriterien für nachhaltige Nanomaterialien
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das BMBF-Vorhaben DENANA wird von der Universität Bremen koordiniert. Im Rahmen des Projekts stellt das IUTA gezielt Nanomaterialien her, die sich in Umweltmedien eindeutig identifizieren lassen.

Ziel von DENANA ist die Entwicklung von Kriterien für die Herstellung nachhaltiger Nanomaterialien. Im Fokus stehen Nanopartikel aus Siliziumdioxid, Cerdioxid und Silber, die unter anderem in Schmierstoffen, Abgaskatalysatoren, Medizinprodukten und Poliermitteln eingesetzt werden. Die Nanopartikel werden bei der Herstellung variiert und auf ihr Gefährdungspotenzial hin geprüft. Durch das Ineinandergreifen verschiedenster Fragestellungen im Rahmen von DENANA erwarten die Beteiligten im Lauf der nächsten drei Jahre Kriterien für das Design von Nanomaterialien abzuleiten, die sowohl den technischen Ansprüchen genügen, aber auch das Gefährdungspotenzial minimieren.

Es werden zum einen Langzeitwirkungen der Partikel unter realitätsnahen Freilandbedingungen in Gewässern, Sedimenten und Böden, zum anderen ihr Verhalten und ihre Wirkung unter kontrollierten Laborbedingun-

gen untersucht. Wesentlich dabei ist, aus der Kombination von Kurzzeittests und langjährigen Untersuchungen Frühwarnindikatoren für Langzeitwirkungen zu ermitteln, die der nationalen und internationalen Umweltregulierung als Entscheidungsinstrument dienen können.

Im Jahr 2015 wurde die Synthese von Europium-dotierten CeO_2-Nanopartikeln verfolgt, nachdem zunächst – wie bereits berichtet – Synthesestrategien für undotiertes Material erarbeitet wurden. Ziel ist der Einbau dreiwertiger Europium-Ionen (Eu^{3+}) in das Ceroxidgitter, da diese aufgrund Atom-spezifischer Energietransfers lumineszierende Eigenschaften im Sichtbaren besitzen. Derartige Partikel sollen als interne Marker zur Detektion der CeO_2-Partikel in biologischen Systemen eingesetzt werden.

Für die Synthese des Eu-dotierten CeO_2 werden in einem Sprayflammen-Reaktor in Lösung gebrachtes Cer-Nitrat und Europiumnitrat als Präkursoren zur Synthese verwendet. Als Lösungsmittel kommt hochreines 2-Propanol zum Einsatz. Als Referenzmaterial wurde undotiertes CeO_2 hergestellt.

Die Proben wurden hinsichtlich Ihrer Morphologie-, Struktur- und Lumineszenz-Eigenschaften analysiert. Die Messung der spezifischen Oberfläche an reinen und dotierten Materialien mittels der BET-Methode belegte keinen Einfluss der Dotierung. Dotierte und undotierte Materialien, hergestellt unter analogen Prozessbedingungen, zeigen BET-Werte von ~ 55 m^2/g, entsprechend einem Partikeldurchmesser von 14 nm.

Röntgenbeugungsuntersuchungen (XRD) an ausgewählten Partikelensembles (rein und dotiert), ergeben eine Übereinstimmung der Lage der Röntgenbeugungsmaxima mit den Werten des Bulk-CeO_2 (Bild 3-20).

Entsprechend konnte durch XRD eine kubische Struktur, jedoch keine Verschiebung der Peaklage aufgrund der Dotierung nachgewiesen werden.

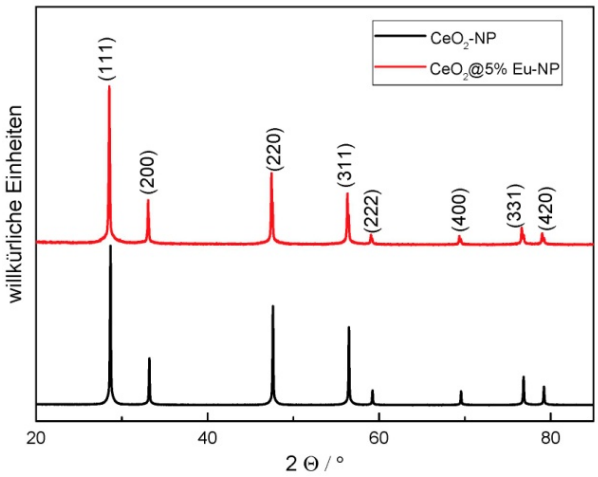


Bild 3-20: Technikums-XRD-Messungen an dotiertem und undotiertem CeO_2

Zum Nachweis des Einbaus dreiwertiger Europium-Ionen (EU^{3+}) in das Ceroxidgitter und der lumineszierenden Eigenschaften wurden die hergestellten Pulvermaterialien zusätzlich durch Photolumineszenzmessungen charakterisiert. Beide Proben wurden mit einer Wellenlänge von 464 nm angeregt, die Ergebnisse der Messungen sind in Bild 3-21 gegenübergestellt.

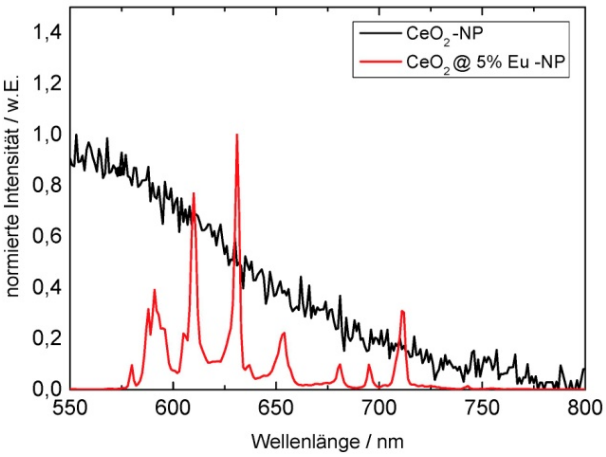


Bild 3-21: Technikums-Photolumineszenz-Messungen an undotierten und mit 5% Europium dotierten CeO_2-Nanopartikeln

Die dotierte Probe zeigt das für den Einbau von Eu^{3+} in Ceroxid charakteristische Spektrum. Zusätzlich konnte der Nachweis der Photolumineszenz durch Anregung des

Pulvers mit einer UV-Leuchte (Wellenlänge 365 nm) erbracht werden. Bild 3-22 zeigt das Material jeweils bei aus- und eingeschalteter UV-Leuchte.

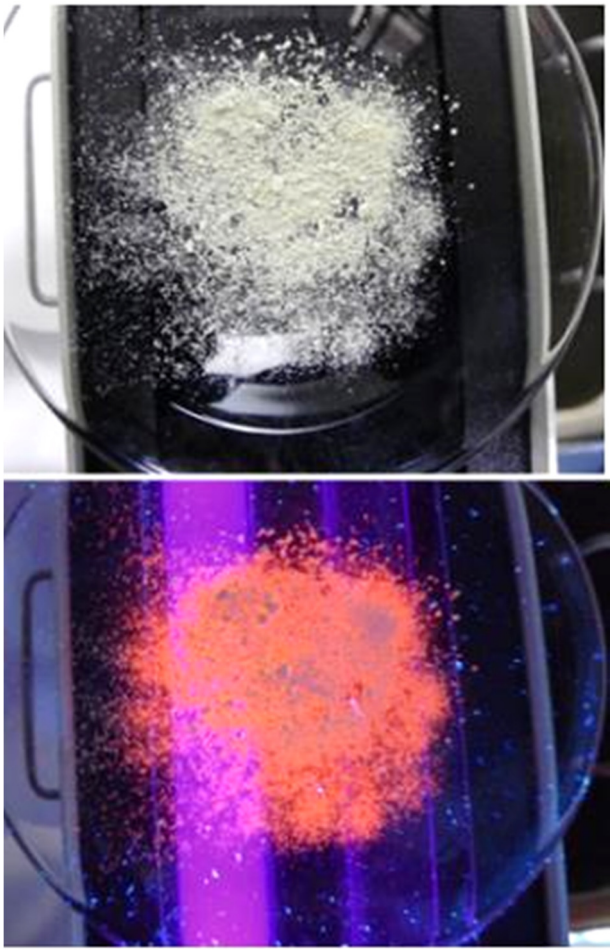


Bild 3-22: Technikums-Eu^{3+}-dotiertes CeO_2 bei Tageslicht (oben) und mit UV-Leuchte (Wellenlänge 365 nm) bestrahlt (unten).

Danksagung:

Das Forschungsvorhaben wird unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

3.7 Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie

Die Schwerpunkte in diesem Bereich liegen auf der Entwicklung, Pilotierung und Optimierung von Prozessen zur Wasseraufbereitung. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf Prozesskopplungen, die zur Kreislaufführung von Prozesswässern, Ressourceneinsparung und zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen, gelegt. An unterschiedlichen Technikumsanlagen (siehe Bild 3-23), die ein breites Spektrum an thermischen sowie mechanischen Wasseraufbereitungsverfahren vom Labor- bis in den Technikumsmaßstab abbilden, werden die Untersuchungen durchgeführt. Sie werden ergänzt durch chemisch-physikalische Analysen.

Bild 3-23: Technikumsanlagen der thermischen Wasseraufbereitung

Forschungsvorhaben „solare Kopplungen“ auf dem Innovationstag Mittelstand

Im Forschungsbereich lag der Schwerpunkt 2015 auf der Bearbeitung des im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) geförderten Forschungsvorhabens „Solar gekoppelte Systeme zur dezentralen Versorgung mit Strom, Kälte, Trinkwasser und Wärme“. Teilergebnisse des Projektes sowie die potenziellen industriellen Anwendungsbereiche wurden auf dem 22. Innovationstag Mittelstand des BMWi am 11.06.2015 in Berlin vorgestellt. In diesem Projekt hat das IUTA Matrizes entwickelt, mit denen je nach Standort, der Art der Anwendung und der Bedarfe technisch mögliche und energetisch effiziente Verfahrenskopplungen ausgewählt werden können. Unter Anwendung der von der Gesellschaft für angewandte Informatik (GFaI) entwickelten Optimierungssoftware können Verfahrenskombinationen zur solaren Versorgung für kleine bis mittelgroße Anlagen pilotiert und die günstigste Betriebsweise bedarfsgerecht ermittelt werden.

Bild 3-24: Vorstellung des Forschungsvorhabens „solare Kopplungen“ auf dem Innovationstag Mittelstand

Membranuntersuchungen

Auftragsseitig wurden vom IUTA u. a. industrielle Fragestellungen zur Auswahl von Membranen für spezifische Trennaufgaben sowie zu adsorptiven Verfahren bearbeitet und Membranen hinsichtlich ihrer charakteristischen Eigenschaften vor und nach Gebrauch

untersucht. Zur Erzeugung von Trinkwasser, Prozesswasser oder zur Wasseraufbereitung eingesetzte Membranelemente zeigen oft bereits vor Ende der ausgelegten Laufzeit einen Einbruch ihrer Leistung. Das äußert sich entweder in einem starkem Rückgang des Produktvolumenstroms, einem starkem Anstieg des Differenzdruckes oder einem signifikantem Rückgang des Rückhaltes. Die bei der Installation und dem Betrieb einer Membranfiltrationsanlage beteiligten Akteure, also Anlagenbetreiber, Membranhersteller, Anlagenbauunternehmen und Planungsbüros sind daran interessiert, die Ursachen für den Leistungseinbruch einer Membrananlage festzustellen und zukünftig zu vermeiden.

Die Schadensursachen können konstruktiven oder auslegungsbedingten Ursprungs sein, auf Herstellerfehler bei der Membranproduktion oder auf Betriebseinstellungen bzw. personenbezogene Handlungen zurückzuführen sein. Oft führen auch kumulative Ursachen zu dem Schaden.

Durch systematische Untersuchungen defekter Membranelemente und -module werden im IUTA-Technikum in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Akteuren schrittweise mögliche Schadensursachen und Fehlerquellen überprüft. Dabei ist das Ziel, Hinweise auf die Art der Beschädigung sowie auf die Schadensursache zu gewinnen. Im Rahmen der Untersuchungen werden Leistungstests an Membranmodulen und Flachmembranen, Integritätstest und Untersuchungen zur Lokalisierung von Undichtigkeiten durchgeführt. Zu den weiterführenden Untersuchungen an geschädigten Membranelementen gehören die Autopsie sowie die anschließenden Belaganalysen.

Durch die optische Charakterisierung der Beläge mittels mikroskopischer Aufnahmen (Lichtmikroskop, Rasterelektronenmikroskop) zusammen mit der Analyse der elementaren Bestandteile (EDX, ICP-OES) sowie der mikrobiologischen Analyse können Rückschlüsse auf die Art und die Bildung der Beläge gezogen werden. Diese können Hinweise auf die durch die Beläge verursachten Beeinträchtigungen des Anlagenbetriebs liefern. Im Bild 3-25 sind strukturell unterschiedliche Beläge auf der Membranoberfläche mit den jeweiligen REM-Aufnahmen dargestellt.

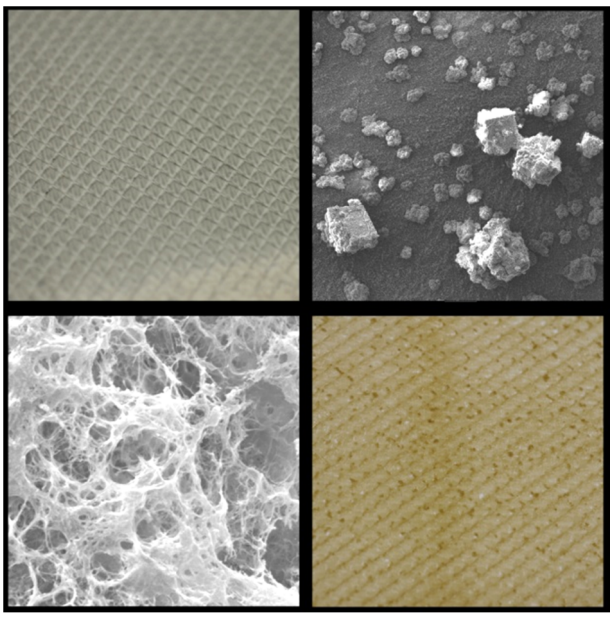


Bild 3-25: Unterschiedliche Beläge auf der Membranoberfläche

Zusätzlich zu diesen nach internationalen Standards durchgeführten Untersuchungsmethoden werden spezifische Fragestellungen der Membrantrenntechnik bearbeitet. So können beispielsweise der Rückhalt von Wert- oder Schadstoffen aus Abwässern mit Membranen und Filtrationstechniken überprüft werden. An einer Labormembrantestanlage können Membranscreenings zur Auswahl geeigneter Membranen für unterschiedliche Anwendungen durchgeführt werden. Damit können auch Prozesswässer mit hohen Organikfrachten oder toxischen Komponenten untersucht werden. Anschließend werden diese Prozesse an unterschiedlich skalierten Anlagen pilotiert und auf die spätere Anwendung übertragen.

Im Bereich der Spurenstoffelimination wird im Rahmen einer Industriekooperation ein Verfahrensansatz zur adsorptiven Behandlung

von Kläranlagenabläufen untersucht. Im Labormaßstab wurden die wesentlichen Funktionalitäten einzelner Verfahrensschritte identifiziert und die Schritte zur weiteren Prozessentwicklung erarbeitet.

Nationaler und internationaler Wissenstransfer

Als offizieller Industriepartner der German Jordan University stellt der Bereich *Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie* einen Praktikumsplatz für jordanische Studierende zur Verfügung, die im Rahmen ihres Austauschjahres ein Praktikum in Deutschland absolvieren. Den Studierenden, die aus den Fachbereichen Wasseraufbereitung, Abfallwirtschaft und Umwelttechnik kommen, werden praktische Kenntnisse in der Wasseraufbereitung, dem Anlagenbetrieb und der Durchführung und Auswertung von systematischen Untersuchungen vermittelt. Im Februar hat ein jordanischer Student sein Praxissemester im Themenbereich der solaren Kopplung im IUTA erfolgreich abgeschlossen. Angelehnt an das laufende Forschungsvorhaben hat er Beispielszenarien für Wasser-, Energie- und Kältebedarfe in Hotels in unterschiedlichen Regionen, u. a. auch in seinem Heimatland Jordanien, erstellt.

Ausstattung und Untersuchungen:

Technikumsanlagen und Geräte:

- Hochdruck-Umkehrosmoseanlage bis zu einem max. Betriebsdruck von 80 bar:
  - zwei Druckrohre für je drei 8"-Spiralwickelelemente
  - Energierückgewinnung mit Druckwechsler
  - Energiebedarf: 3,5 kWh/m³
- 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
  - Wärmebedarf: 137 kW
  - Verdampfungstemperaturen: 45 – 60°C
  - Verdampfungsdrücke: 0,1 – 0,25 bar
  - Leitfähigkeit des Destillats: < 10 µS
  - GOR (Gained Output Ratio): 7
- Vakuumdestillation:
  - Druckbereich: 0,6 – 0,8 bar
  - Verdampfungstemperatur: 65 – 75 °C

- Cross-Flow-Membrantestzelle
  - Coupongröße: 22 × 4,5 cm²
  - Druckbereich: bis 80 bar
  - Volumenströme: 20 bis 90 l/h
- Hochgeschwindigkeitskamera
- diverse Filter- und Vorbehandlungsmodule
- diverse Messgeräte zur Bestimmung physikalischer Kenngrößen (z. B. pH-Wert, Leitfähigkeit, Redoxpotenzial, Trübung)

Für die Charakterisierung von Beschädigungen an Membranelementen können folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

- 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
- Membranverträglichkeitstests

3.8 Recycling & Entsorgung

Der Bereich *Recycling und Entsorgung* betreibt seit 25 Jahren praxisorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich der rückläufigen Stoffströme. Grundlage hierfür sowie für die vielfältigen industriellen Dienstleistungen, Begutachtungen und behördlichen Prüfungen sind gesetzliche Vorgaben wie das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) und das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG).

Das zum Bereich gehörende Entsorgungszentrum ist ein nach 4. BImSchV zugelassener und nach Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV) zertifizierter Zerlegebetrieb, in dem jeden Tag bis zu 5 Tonnen schad- und wertstoffhaltige Elektro- und Elektronikgeräte demontiert werden. Der Ursprung dieser Zerlegewerkstatt liegt in einem Pilotprojekt, mit dem vor 25 Jahren der Grundstein für die Branche der Elektronikschrottverwertung gelegt wurde.

Durch das Alleinstellungsmerkmal eines eigenen Entsorgungsfachbetriebes hat das IUTA eine besondere Praxisnähe und kann Problemstellungen aus der Entsorgungsbranche aus erster Hand beurteilen und betriebsorientierte Lösungen finden. So können Verfahren und Apparate für eine sichere und nachhaltige Zerlegung und Verwertung einzelner Fraktionen des Elektronikschrotts entwickelt und dann von der Wirtschaft umgesetzt werden.

Bild 3-26: Fraktionen aus der Elektroaltgeräteverwertung

Der Bereich *Recycling & Entsorgung* ist hierzu sowohl in der Durchführung von Studien zur Identifizierung und Quantifizierung von Abfallströmen tätig, als auch in der Entwicklung technischer Detail-Lösungen zur Anpassung vorhandener Entsorgungswege und -einrichtungen an veränderte Anforderungen mit dem Ziel der Schließung der Stoffkreisläufe.

Entsorgung von Flachbildschirmgeräten

Auch 2015 standen LCD-Fernseher und -Monitore sowie die Rückgewinnung von strategischen Stoffen im Vordergrund der Projekte und Aufträge. Die Flachbildschirmgeräte, die zur Entsorgung anfallen, enthalten zu über 80 % quecksilberhaltige CCFL-Hintergrundbeleuchtungen. Werden diese CCFL-Röhren beim Entsorgungsprozess zerstört, kann Quecksilber austreten und Personal gefährden.

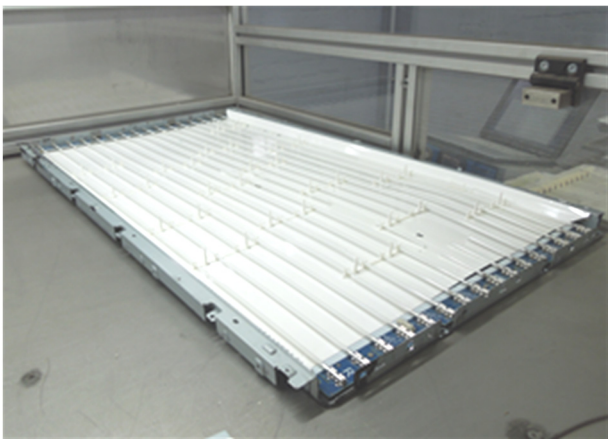


Bild 3-27: Teilzerlegter LCD-Fernseher mit freigelegten CCFL-Röhren

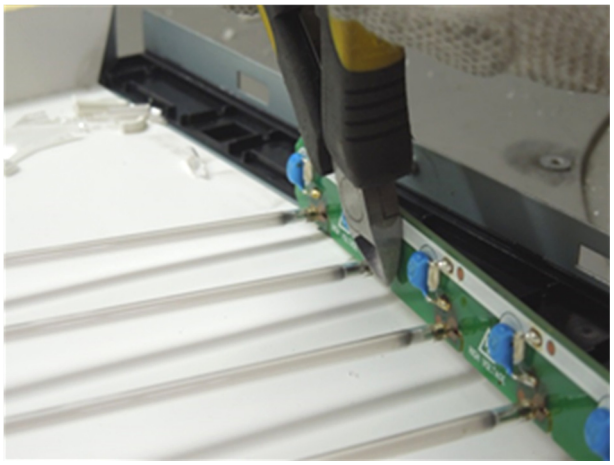


Bild 3-28: Entnahme von quecksilberhaltigen CCFL-Röhren aus einem LCD-Fernseher

Diese Gefährdungen, die bei der Lagerung und bei Aufbereitungsvorgängen von LCD-CCFL-Geräten entstehen, werden in der Praxis zunehmend beachtet. Das IUTA unterstützt die Betriebe der Branche durch Messungen der Quecksilberemissionen und Beurteilung der Belastung direkt vor Ort. Durch diese Untersuchungen können Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit gegeben werden.

Verwertung von Kühlgeräten

Historisch gewachsen, nimmt die Kühlgeräteverwertung bei Projekten und Aufträgen einen Sonderstatus ein.

Aufgrund der besonderen Umweltrelevanz der Kühl- und Treibmittel sind einzigartige Anlagentechnologien für die Verwertung notwendig. Seit über 24 Jahren befasst sich der Bereich mit den speziellen Themen der FCKW-Freisetzung, -Rückgewinnung und -Analytik sowie den entsprechenden betrieblich-technischen Umsetzungen der Industrie. Durch diese intensive Auseinandersetzung mit den Problemen und der umfangreichen Technik ist das IUTA Ansprechpartner sowohl für die Beratung als auch für Technologieentwicklungen in dieser Verwertungsbranche.

Zusätzlich führt der Bereich eine unabhängige und fachgerechte Überprüfung der Kühlgeräteverwertungsanlagen durch und ist mittlerweile einer der renommiertesten Fachgutachter für diese Branche. Als einzige explizit zugelassene Prüfstelle im Sinne der TA Luft 5.4.8.10.3/5.4.8.11.3 führte das IUTA 2015 siebzehn behördlich zugelassene Prüfungen und fünfundzwanzig verfahrenstechnische Prüfungen an Kühlgeräteverwertungsanlagen durch.

Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen

Das IUTA ist sich neben den fachlichen Aufgaben aber auch seiner sozialen Verantwortung bewusst und setzt diese in Form von Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen um. Seit Mitte der 90er Jahre wurden in diesem Zusammenhang zahlreiche Projekte mit unterschiedlichen Schwerpunkten durchgeführt. Aktuell realisiert das Institut in Zusammenarbeit mit dem Jobcenter Duisburg Umweltqualifizierungsmaßnahmen. Diese bieten Möglichkeiten für Qualifizierung und Ausbildung im Rahmen der Gemeinwohlarbeit (Arbeitsgelegenheiten gem. § 16d Satz 2 SGB II). Diese Maßnahme ist insbesondere für körperlich beeinträchtige Personen ausgelegt und geht gezielt auf deren Bedürfnisse ein. Derzeit sind 18 Personen in diesem Programm tätig, zu dem auch intensive Schulungen zu verschiedenen Tätigkeits- und Themenbereichen gehören.

Nach dem großen Erfolg des Workshops „Waste of electric and electronic equipment“

im Jahr 2014 konnte IUTA auch im vergangenen Jahr eine Gruppe aus Afrika zu diesem Thema begrüßen. In diesem Rahmen informierten sich elf Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Ghana und Kenia über die Behandlung und Entsorgung von Elektro- und Elektronikabfall. Die Teilnehmer, die aus Regierungsbehörden und der Abfallindustrie kamen, waren im Rahmen des Programmes „Resource Recovery“ der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) für 4 Wochen in Deutschland, um sich mit dem deutschen Entsorgungs- und Verwertungssystem vertraut zu machen.

Neben der Vorstellung von gesetzlichen Grundlagen in Deutschland und Europa sowie Aufbereitungstechniken gab es angeregte Diskussionen mit den Workshop-Teilnehmern. Anschließend erlernten die Gäste aus Afrika, Elektroaltgeräte selbstständig und fachgerecht zu demontieren. Auf besonderen Wunsch wurde hierbei neben Computern auch intensiv auf LCD-Flachbildschirme mit quecksilberhaltiger Hintergrundbeleuchtung eingegangen.

Bild 3-29: Demontage von LCD-Fernsehern durch Workshop-Teilnehmer aus Ghana und Kenia

Die Möglichkeiten automatischer Zerkleinerung und Trennung wurde den Teilnehmern am Beispiel von isolierten Kupferkabeln veranschaulicht. Durch die Kombination aus Theorie und Praxis konnte das IUTA sein Fachwissen nachhaltig an die Workshop-Teilnehmer weitergeben.

Ausstattung – Recycling & Entsorgung

- 20 Arbeitsplätze für die 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 Schneidmühle, fein
- 1 Retsch Backenbrecher
- Metallabscheider
- Zick-Zack Windsichter
- Siebmaschinen
- Drehrohrofen bis 1.200 Grad
- Infrarotspektrometer (mit ATR)
- 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, empfohlen nach Vollzugshilfe TA Luft:
- 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/Feuchtigkeits-fühler für die Überprüfung der Luftströme
- Staubmessgerät, kontinuierlich
- GC-FID für den analytischen Nachweis von FCKW in PUR
- Gasmonitor INNOVA 1412, Lumasense Technologies
- Wärmebildkamera
- Endoskop Laserline Videoflex

3.9 Messstelle

Das IUTA verfügt über eine nach DIN EN 17025 akkreditierte Messstelle mit Labor und ist bekannt gegeben nach § 29b BImSchG (Bundesimmissionsschutzgesetz). 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 Partikelanzahlkonzentration	Messung der Partikelgrößenverteilung 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, Analytik 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, Cobalt, 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 Cobaltverbindungen, 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 Linienschreiber 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, (Halb-)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, Partikel, Drucktaupunkt, organische Lösemittel, anorganische Gase, Gesamtkeimzahl, mikrobiologische Belastungen	Messung und Beurteilung der Druckluftqualität nach ISO 8473-1 bis 7 und Pharmacopeé Européenne (Arzneibuch)

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 Partikelbereich: 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)	Gaschromatograph mit Flammenionisationsdetektor Hersteller/Typ: Thermo Trace GC Ultra mit PTV Injektor
GC-FID (2)	Gaschromatograph mit Flammenionisationsdetektor Hersteller/Typ: Thermo Trace GC Ultra mit PTV Injektor
GC-FID/MS	Gaschromatograph mit Massenspektrometer Thermo ISQ GC/MS System mit PTV Injektor/Backflush
GC/MS	Gaschromatograph 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 Rasterelektronenmikroskopie (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

3.10 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). In Bezug auf die Chromatografie spielt die 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 somit möglich, vollständig auf toxische organische Lösemittel zu verzichten und nur Wasser als mobile Phase zu verwenden. Die Änderung der Elutionsstärke erfolgt dann über die Temperaturgradientenelution. Mithilfe dieser Technologie können neuartige und der HPLC bisher nicht zugängliche Detektionsverfahren nutzbar gemacht werden. Hierzu zählen u. a. die Isotopenverhältnis-Massenspektrometrie, die Raman-Detektion, die Flammenionisationsdetektion sowie die direkte Kopplung von Enzymassays mittels kontinuierlicher Mischsysteme. Zu diesen Techniken und Kopplungsmethoden wurden und werden Forschungsprojekte im Bereich der industriellen Gemeinschaftsforschung durchgeführt. Eine vielversprechende Detektionsentwicklung, die in Kooperation mit der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf realisiert wird, ist die Entwicklung eines Raman-Detektors auf Basis eines Flüssigkern-Lichtwellenleiters. Hierbei handelt es sich im Prinzip um eine Durchflusszelle, die aufgrund ihrer Innenbeschichtung eine Totalreflexion des eingespeisten Laserlichts ermöglicht. Auf diese Weise lässt sich eine deutliche Steigerung der Sensitivität bzw. Nachweisstärke erzielen.

Miniaturisierte Chiptechnologien für Trenn- und Detektionssysteme

In den letzten Jahren hat sich der Fokus des Forschungsbereichs zunehmend auf miniaturisierte Verfahren ausgerichtet. 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 Schlüsseltechnologie mit hohem Wachstumspotenzial. In Kooperation mit dem Lehrstuhl für analytische Chemie der Universität Leipzig werden miniaturisierte Chiptechnologien entwickelt. Das prinzipielle Ziel ist die Übertragung der oben erwähnten Kopplungsstrategien auf einen mikrofluidischen Glaschip. Zukünftig sollen auch periphere Bauteile wie Pumpen und Detektoren auf Chipformat geschrumpft werden, sodass der Forderung nach Ressourceneffizienz entsprochen werden kann. Der Bereich *Forschungsanalytik* kooperiert eng mit der Arbeitsgruppe Computational Fluid Dynamics des Bereichs *Luftreinhaltung und Prozessaerosole*. Ziel ist es, mikrofluidische Prozesse in Kanälen mit geringem Innendurchmesser (5 bis 100 µm) zu simulieren, um Erkenntnisse über die Systemintegration mikrofluidischer Bauteile in flüssigkeitschromatografische Systeme zu gewinnen. Auf diese Weise wird der technische Entwicklungsprozess unterstützt und Konstruktionsvorschläge mit geringer Systemeffizienz ausgesondert und nicht weiter verfolgt.

Multidimensionale Trenn- und Detektionssysteme in der HPLC

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 erweitert die Möglichkeiten zur Identifizierung prinzipiell unbekannter Verbindungen, die z. B. durch Anwendung eines neuartigen Oxidationsverfahrens, wie der Ozonung, entstehen können. Auch hier besteht eine sehr enge Kooperation mit dem Bereich *Umwelthygiene & Spurenstoffe*, der sich mit innovativen Verfahren zur Elimination von Mikroschadstoffen auf Grundlage erweiterter Oxidationsprozesse beschäftigt.

Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie: Trenn- und Detektionstechniken

Zum 1. Oktober 2015 startete ein neues Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung, das sich mit der Kopplung mehrdimensionaler Trenn- und Detektionssysteme auf Basis der Flüssigkeitschromatografie befasst. Es handelt sich um ein Kooperationsprojekt zwischen dem Bereich *Forschungsanalytik* des IUTA e. V. und der Arbeitsgruppe Angewandte Analytische Chemie der Universität Duisburg-Essen. Die Wissenschaftler wollen der Frage nachgehen, inwieweit der zunehmende Grad an Komplexität unterschiedlicher Trenn- und Detektionssysteme zu einem echten Mehrwert bei der Lösung aktueller analytischer Fragestellungen führt. Betrachtet werden die Bereiche Umwelttechnik und pharmazeutische Analytik. Dabei wird auch ein neuartiges vierdimensionales Trennsystem – basierend auf einer zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, der Ionenmobilitätsspektrometrie sowie der hochauflösenden Massenspektrometrie – eingesetzt. Die Inhalte des Projektes sowie die bislang auf diesem Arbeitsgebiet erzielten Ergebnisse wurden im Rahmen des ersten IUTA-AnalytikTages in Duisburg am 4. November vorgestellt.

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

Mikrofluidische Enzymassays

Screeningmethoden zur Identifizierung von Wirkstoffen z. B. in Pflanzenextrakten sind meist mehrschrittige Prozesse. Die Identifizierung eines Wirkstoffs zieht deshalb einen hohen Kosten- und Zeitaufwand nach sich. Aus analytischer Sicht wird angestrebt, isolierte Teilschritte zu einem Gesamtverfahren zu vereinigen. Durch die direkte Kopplung einer chromatografischen Trenneinheit, eines Enzymassays und der Massenspektrometrie wird dieser Aufwand reduziert, indem relevante wirksame Substanzen bereits im ersten Analyseschritt anhand des Masse-zu-Ladungsverhältnisses charakterisiert werden. Auf Basis der Molekülmasse und der substanzspezifischen Retentionszeit kann eine Substanz identifiziert werden, ohne dass aufwändige Re-Analysen zu erfolgen haben.

Basierend auf Ergebnissen des IGF-Vorläuferprojektes 16203 N wurden die Zielvorstellungen im Wesentlichen durch Miniaturisierung und Implementierung der Prozessschritte auf einen mikrofluidischen Chip erreicht. Grundlegend für die Entwicklung zweier Strömungskonzepte waren Ergebnisse aus Vorversuchen auf Basis selbst hergestellter Glas-Polymer-MS-Chips und numerischen Strömungssimulationen. Enzymassays wurden verstärkt mittels Pipettierroboter und Massenspektrometer charakterisiert und deren Übertragbarkeit auf das in diesem Forschungsvorhaben entwickelte Chip-Layout untersucht.

Auf Grundlage dieser Untersuchungen konnten Layouts entwickelt werden, die in der Konstruktion von Glaschips mündeten. Die Funktionalität des entwickelten Glaschips in homogener Phase konnte anhand von zwei Modellenzymen demonstriert werden. Die prinzipielle Durchführbarkeit des chipbasierten Tröpfchenmikrofluidik-Ansatzes konnte anhand einer ersten vielversprechenden Versuchsreihe belegt werden. Darüber hinaus konnte die chromatografische Trennsäule auf einem Chip implementiert werden. Hierdurch und durch die direkte Ionisierung des Eluenten auf dem Chip konnte ein nahezu totvolumenfreier Online-Aufbau entwickelt werden. Anhand einer Realprobe wurde die Machbarkeit dieses hoch innovativen Ansatzes demonstriert.

Insgesamt resultiert aus den Ergebnissen, insbesondere durch die Etablierung eines chromatografischen Trennkanals auf dem Mikrofluidikchip, eine hohe wissenschaftlich-technische Wertschöpfung. Diese Ergebnisse sind ein weiterer Schritt in Richtung der Lab-on-Chip-Entwicklung und können bei konsequenter Weiterverfolgung mit allen Vorteilen seitens der Miniaturisierung Einzug in die technische Fertigung halten.

Danksagung:

Das IGF-Projekt 450 ZN mit dem Titel „Entwicklung eines chip-basierten Systems zur schnellen Erfassung der funktionellen Aktivität von Proteinen und deren Regulierung“ der Forschungsvereinigung DECHEMA e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk Mittelstand

Anreicherungsverfahren für Konzentrationen im Ultraspurenbereich

Die gestiegenen Anforderungen im Bereich der Quantifizierung machen es darüber hinaus notwendig, Anreicherungsstrategien zu entwickeln, um Konzentrationen im Ultraspurenbereich von wenigen Pikogramm pro Liter zu bestimmen. Selbst mit den leistungsstärksten Massenspektrometern ist es 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 direkt mit der massenspektrometrischen Detektion gekoppelt werden können.

3.11 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 3.11 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 – Wissenschaftlicher Beirat

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 Wissenschaftliche Beirat als Organ des IUTA e. V. Die rd. 60 Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats setzen sich paritätisch aus Vertretern der gewerblichen Unternehmen und der Wissenschaft zusammen.

Dem Wissenschaftlichen Beirat 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 Wissenschaftlichen Beirats. Im Jahr 2015 hat der Wissenschaftliche Beirat am 3. März und am 8. September 11 und 12 Vorhaben begutachtet. Darüber hinaus wurden im Umlaufverfahren weitere 10 Vorhaben evaluiert.

Aufgrund der Empfehlung des Wissenschaftlichen Beirats 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 Wissenschaftlichen Beirats.

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 2015 hat der IUTA e. V. als Mitgliedsvereinigung der AiF über 193 IGF-Forschungsprojekte erfolgreich abgeschlossen, darunter 38 ZUTECH-Projekte.

Ergebnistransfer

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 IUTA der TIB Hannover alle Abschlussberichte der IGF-Projekte zur Einstellung in ihre frei zugängliche Bibliothek zur Verfügung.

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“.

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

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

Abfallentsorgungs- und Altlastenaufbereitungsverband NRW (AAV)
120 Unternehmen (100 KMU)
www.aav-nrw.de

Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e. V. (VIK)
350 Unternehmen, überwiegend mittelständische Unternehmen
www.vik.de

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V. (DGAW)
314 mittelständische Unternehmen
www.dgaw.de

DBU – Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
www.dbu.de

Förderverein des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e. V. (FVEU)
Förderverein des IUTA e. V.
13 Unternehmen (8 KMU)
www.fveu.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

Netzwerk ZENIT e. V. Zentrum für Innovation und Technik in NRW
Netzwerk Zenit
über 200 überwiegend mittelständische Unternehmen
www.netzwerk.zenit.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

Verband für Sorptionskälte e. V.
Green Chiller
9 Unternehmen
www.greenchiller.de

Deutsche Gesellschaft für Membrantechnik (DGMT)
mit 50 überwiegend mittelständischen Unternehmen
www.dgmt.org

Verband der Großkraftwerksbetreiber (VGB PowerTech e. V.)
www.vbg.org

4 Anhang

4.1 Vorträge 2015

Achelis, L., Altmann, P., Hellack, B., Hülser, T., Mädler, L., Köser, J., Nogowski, A., Pokhrel, S., Spree, M., Wessely, B.
Synthese, Charakterisierung, Prozessierung und Applikation von oxidischen Nanopartikeln
Clustertreffen NanoCare 2015, Frankfurt am Main, 19.05. – 20.05.2015

Alvarez, I. L, Wohlleben, W., Claguavera, S., Nowack, B., Jiménez, A.S., van Tongeren, M., Ding, Y., Riediker, M., Kuhlbusch, T. A. J., Stahlmecke, B., Muller, J., Chen, C., Chen, R., Bai, R., Bujak-Pietrek, S., Tuinmann, I., Brouwer, D.
Investigations of Release Processes of Relevance for Worker and Consumer Exposure
SENN 2015, Helsinki, Finnland, 12. – 15.04.2015

Ambrosy, J.-M., Haep, S., Vogt, M.
Wirtschaftliche Betrachtung und Sensitivitätsanalyse der Power-to-Fluid-Technologie
8. Workshop AiF Brennstoffzellen-Allianz 2015, Duisburg, 19. – 20.05.2015

Asbach, C., Kaminski, H., Monz, C., Dahmann, D., Fierz, M., Clavaguera, S., Faure, B., Dziurowitz, N., Meyer-Plath, A., Dettlaff, B., Godinho de Fonseca, A. S., Viana, M., Todea A. M.
Genauigkeit und Vergleichbarkeit personengetragener Aerosolmesstechnik zur Expositionsbestimmung
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Partikelmesstechnik, Magdeburg, 18. – 20.03.2015

Asbach, C.
Tiered Approach for Nanomaterial Exposure Assessment
Dialogforum Nano of BASF 2014/2015 (invited talk), Ludwigshafen, 03.03.2015

Asbach, C.
Exposure to nanoparticles, Composietstof: geen vuiltje aan de lucht?
Symposium at KU Leuven (invited talk), Leuven, Belgien, 29.01.2015

Asbach, C.
Messtechnik und Messstrategie zur Expositionserfassung am Arbeitsplatz
NanoVision (invited talk), Stuttgart, 21.01.2015

Asbach, C.
Assessment of Personal Exposure to Airborne Nanoparticles
Colloquium at the Institute for Tropospheric Research (invited talk), Leipzig, 15.01.2015

Asbach, C., Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Zeiner, T., van der Graaf, T., Nordsieck, H., Warnecke R.
Partikelprobenahme in Feuerung und Kessel zur Charakterisierung korrosions- und belagskritischer Flugstäube
Konferenz Feuerung und Kessel, München, 16.06.2015

Asbach, C.
Assessment of individual exposure to manufactured nanomaterials by means of personal monitors and samplers
Euronanoforum, Riga, Lettland, 12.06.2015

Asbach, C.
Realtime monitors for respiratory deposition: prospects and pitfalls
American Industrial Hygiene Conference & Exposition (AIHce) (invited talk), Salt Lake City, USA, 04.06.2015

Asbach, C.
Expositionsbestimmung gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien mithilfe von personengetragenen Messgeräten
NanoCare Clustertreffen, Frankfurt, 19.05.2015

Asbach, C.
Luft – die unterschätzte Infrastruktur
Dynamik oder Verfall? Die Zukunft der urbanen Infrastruktur
Kolloquium der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e. V., Düsseldorf, 29.10.2015

Asbach, C., Schneiderwind, U., Haep, S., Finger H.
Air Cleaners – Current Technologies and Trends
GEA Filter Sales Conference (invited talk), Liberec, Tschechien, 07.10.2015

Asbach, C., Kaminski, H., Beckmann, S., Monz, C., Dahmann, D., Fierz, M., Clavaguera, S., Faure, B., Dziurowitz, N., Meyer-Plath, A., Dettlaff, B., Iavicoli, I., Fontana, L., Fonseca, A. S., Viana, M., Todea, A. M.
Field Applicability of Personal Monitors for Assessing Worker Exposure to Airborne Nanomaterials
European Aerosol Conference, Mailand, Italien, 06.–11.09.2015

Bathen, D.
Adsorptionstechnik – Aktuelle Herausforderungen und Perspektiven für Forschung & Entwicklung, Jahrestreffen der Fachgemeinschaft Fluiddynamik und Trenntechnik
Bamberg, 10.09.2015

Bathen, D., Eckardt, T., Chowanietz, V., Pasel, C., Siegel, A.
Formation of Carbonyl Sulfide (COS) on different adsorbents in natural gas treatment plants
GPA Spring Conference (Gas Processors Association)
Hamburg, 23.04.2015

Beier, S., Türk, J., Klümper, C., Mauer, C., Herbst, H., Pinnekamp, J.
Pilotprojekte und technologische Trends bei der Behandlung von Krankenhausabwasser
16. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, Köln, 23. – 24.09.2015

Bittig, M., Pieper, B., Haep, S., Bathen, D.
Quecksilber-Abscheidung in Abgaswäschern – über die Wechselwirkung von Chemie und Prozessführung
VGB-Konferenz „Chemie im Kraftwerk“
Berlin, 28.10.2015

Bittig, M., Haep, S.
Medienübergreifende Betrachtung der Quecksilberpfade als Basis für nachhaltige Minderungsstrategien
VDI Wissensforum „Messung und Minderung von Quecksilberemissionen“, Düsseldorf, 15. – 16.04.2015

Blauth, F., Raiser, J., Stephan, A.
Effektive Spurenstoffelimination mit hoch aktivierten, abriebfesten Adsorbentien in einem kontinuierlichen Adsorptionsverfahren
Vortrag auf der 11. Aachener Tagung Wassertechnologie, Aachen, 27.11.215

Bläker, C., Bathen, D., Pasel, C., Luckas, M.
Development of a new device for the coupling of calorimetric and volumetric adsorption measurements
27. Deutsche Zeolith-Tagung, Oldenburg, 26.02.2015

Bläker, C., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
A new device for coupling of calorimetric and volumetric equilibrium measurements
ACHEMA-Kongress, Frankfurt/M., 17.06.2015

Bläker, C., Luckas, M., Pasel, C., Dreisbach, F., Bathen, D.
A new device for coupling of calorimetric and volumetric equilibrium measurements
Jahrestreffen der Fachgemeinsch. Fluiddynamik und Trenntechnik, Bamberg, 10.09.2015

Börgers, A., Türk, J.
Arzneimittel im Krankenhausabwasser
EN.Kompass Krankenhaus. Themenmodul 7: „Wasser/Abwasser“, Gronau, 15.09.2015

Boland, S., Aragao-Santiago, L., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, R., Hellack, B., Kuhlbusch, T. A. J.
nanOxiMet – Oxidant generating capacity as a metric to allow grouping of nanomaterials and prediction of human health effects
CompNanoTox 2015, Paris, 04. – 06.11.2015

Chowanietz, V., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Ad- und desorption of sulfur compounds in natural gas processing
ACHEMA-Kongress, Frankfurt/M., 18.06.2015

Chowanietz, V., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Untersuchungen zur Adsorption von Schwefelkomponenten in der Erdgasaufbereitung
Jahrestreffen der Fachgemeinschaft Fluiddynamik und Trenntechnik, Bamberg, 10.09.2015

Cox, C., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Untersuchungen zur Absorption von SO_2 in Meerwasser und Solen als Auslegungsgrundlage für REA-Meerwasser-Wäscher
Jahrestreffen der Fachgruppen Gasreinigung und Mechanische Flüssigkeitsabtrennung, Bremen, 25.03.2015

Cox, C., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Absorption of SO_2 in seawater and brine
ACHEMA-Kongress, Frankfurt/M., 17.06.2015

Cox, C., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Untersuchungen zur Absorption von SO_2 in Meerwasser und Solen als Auslegungsgrundlage für REA-Meerwasser-Wäscher
Jahrestreffen der Fachgemeinschaft Fluiddynamik und Trenntechnik, Bamberg, 09.09.2015

Driessen, M.D., Ossig, R., Schnekenburger, J., Vennemann, A., Wiemann, M., Wohlleben, W., Kuhlbusch, T. A. J., Luch, A., Haase, A.
Proteomics Approaches for hazard assessment of nanomaterials and for supporting NM classification
NanoVision 2015, Erlangen, 17. – 18.11.2015

vom Eyser, C.
A short example of the Online-SPE system in use
Analytical Forum Water Contaminants (AFWC) 2015, Koblenz, 28. – 30.04.2015

vom Eyser, C., Mohren, A., Wiese, S., Portner, C., Türk, J., Teutenberg, T.
Einsatz eines CTC basierten Online SPE-LCMS/MS Systems zur Bestimmung von Arzneimitteln in Wasser
PAL Anwendertreffen, Sprockhövel, 02.09.2015

vom Eyser, C., Mohren, A., Wiese, S., Portner, C., Türk, J., Teutenberg, T.
Möglichkeiten und Grenzen der Online SPE zur Untersuchung von Arzneimitteln in Wasser
Spark Anwendertreffen, Sprockhövel, 12.10.2015

Finger, H., Schneiderwind, U., van der Graaf, T., Haep, S., Asbach, C.
Evaluierung der Langzeiteffizienz von Raumluftreinigern
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Gasreinigung, Bremen, 24. – 25.03.2015

Fissan, H., Kaminski, H., Asbach, C., Wang J.
Possibilities for size distribution determination and structure characterization of spherical, agglomerated and aggregated nanoparticles with a SMPS combined with an electrical sensor (ES-DC)
7. Symposium “Produktgestaltung in der Partikeltechnologie“, Berlin, 23. – 24.04.2015

Gaga, E. O., Küçükaçıl, G., Odabaşı, M., Kuhlbusch, T. A. J., Hellack, B.
Kütahya’nin Kirsal Ve Kentsel İstasyonlarindaki $PM_{2.5}$ Örnenklerinin Radikal O-lusturma Kapasitesinin İncelenmes
6. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU, Izmir, Türkei, 07. – 09.10.2015

Gehrmann L., Tuerk J.
Application of Arxula adeninivorans yeast cell assays for the determination of endocrine active substances in wastewater and full scale ozonation of WWTP effluents.
4th International Symposium Effect-related evaluation of anthropogenic trace substances – concepts for genotoxicity, neurotoxicity and endocrine effects, Aachen, 23.10.2015

Grüning, F.
r^3-BECE – Separate Rückgewinnung von elementarem Zinn und Kupfer aus verbrauchten Zinn-Stripperlösungen der Leiterplattenindustrie
r^3-Abschlusskonferenz, Bonn,
15. – 16.09.2015

Haep, S.
Collaboration of partners from industry and academia in joint research projects as measure to foster innovation in environmental and energy technology
GIZ autumn academy, Gummersbach,
27.10.2015

Haep, S., Ambrosy, J.-M., Vogt, M.
Wirtschaftliche Betrachtung und Sensitivitätsanalyse der Power-to-Fluid-Technologie
6. Sitzung der Expertengruppe Power-to-Gas des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, Oberhausen, 27.08.2015

Hellack, B., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, R., Kuhlbusch, T. A. J.
nanOxiMet - Oxidantien-Bildungspotential als Maß für die Gruppierung von Nanomaterialien und Voraussage von gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen
NanoCare-Clustertreffen 2015, Frankfurt,
19. – 20.05.2015

Hellack, B., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, R., Kuhlbusch, T. A. J.
Oxidant generating capacity as a metric to allow grouping of nanomaterials and prediction of human health effects
EuroNanoForum 2015, Riga, Lettland,
12.06.2015

Hellack, B., Quass, U., Nickel, C., Wick, G., Schins, R., Kuhlbusch, T. A. J.
PM_{10}-induced ROS generation up- and downwind of a motorway in North Rhine Westphalia, Germany
EAC 2015, Mailand, Italien, 14.09.2015

Hellack, B., Quass, U., Sugiri, D., Hoffmann, B., Albrecht, C., Schins, R., Kuhlbusch, T. A. J.
Oxidative potential – A further toxicological and epidemiological metric
VDI/DECHEMA/GDCh Expert Forum, Berlin,
26.11.2015

Hetzel, T., Türk, J., Teutenberg, T.
MicroLC-MS/MS – Ready for Routine analysis?
AB Sciex User Meeting, Berlin,
13. – 14.04.2015

Hetzel, T., Teutenberg, T.
Methodenentwicklung in der HPLC – Beispiel Zytostatika
HPLC Schulung Klinkner & Partner 2015, Saarbrücken, 14. – 15.10.2015

Hetzel, T., Teutenberg, T.
Ist die Mikro-LC wirklich fit für die Routine?
Novia Analytiktage 2015, Bad Soden,
17. – 18.11.2015

Hülser, T.
A framework to respond to the regulatory needs of future nanomaterials and markets. „Shaping the next generation of nanomaterials“
EU FP7 FutureNanoNeeds, TRL Workshop, Mülheim/Ruhr, 21.05.2015

Hülser, T.
Continuous synthesis of highly-specific nanopowder on the pilot-plant scale
Successful R&D in Europe: 7th European Networking Event, Düsseldorf, 05.11. – 06.11.2015

Hugo, A., Engelke, T., Kreckel, S., Haep, S.
Möglichkeiten der Abtrennung von Nanopartikeln aus Prozessgasen durch Thermophorese, Elektrophorese und Kondensation
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Mechanische Flüssigkeitsabtrennung und Gasreinigung 2015, Bremen,
24. – 25.03.2015

Itzel, F., Behr, M., Gehrmann, L., Bielak, H., Simon, A., Dopp, E., Lyko, S., Schmidt, T. C., Türk, J.
Estrogenic and androgenic activity during full-scale treatment of hospital wastewater
Micropol & Ecohazard Conference 2015, Singapore, 22.11. – 25.11.2016

John, A., Hellack, B., Küpper, M., Quass, U., Kuhlbusch, T. A. J.
Elementarer und organischer Kohlenstoff in PM_x – Neue europäische Standardisierung und Beispiele zur Quellenidentifizierung
UMTK 2015, Nürnberg, 20. – 21.10.2015

Kaminski, H., Stahlmecke, B., Asbach, C., Kuhlbusch, T. A. J.
Correction method for SMPS measured particle size distributions with high number concentrations at the upper size limit
Aerosol Technology 2015, Tampere, Finnland, 16.06.2015

Kaminski, H., Stahlmecke, B., Asbach, C., Kuhlbusch, T. A. J.
SMPS measurements with high number concentrations at the upper size limit – introduction of a new method
European Aerosol Conference 2015, Mailand, Italilen, 11.09.2015

Kiffmeyer, T.
Außenkontamination - Realität und Konsequenzen
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 06. – 07.03. und 26.06.–27.06.2015

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Umgang mit Zytostatika: Aktuelle Daten zu Kontaminationsrisiken
NZW Dresden, Dresden, 19. – 20.06.2015

Kiffmeyer, T.
Workshop: Effektive Reinigung belasteter Oberflächen und Materialien (inkl. Praktische Übungen).
NZW Dresden, Dresden, 19. – 20.06.2015

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 26. – 27.06.2015

Kiffmeyer, T.
Produktschutz vs. Arbeitsschutz - ein Spannungsfeld?
CLEANROOM EXPERTS DAYS, Stuttgart, 24.09.2015

Kiffmeyer, T., Türk, J.
Außenkontamination – Realität und Konsequenzen
Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika – Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 27. – 28.11.2015

Kiffmeyer, T., Türk ,J.
Praxis: Reinigung und Desinfektion
Berner Praxisseminar Aseptische Zubereitungsprozesse von nicht toxischen Parenteralia in Apotheken und Herstellbetrieben, Hamburg, 11. – 12.12.2015

Kirschbaum, S., Agudelo, J., Wrobel, G., Blauth, F., Kölsch, R.
Structural Optimization of Solar Driven Energy and Desalination Systems
ICEWES 2015, Rhas Al Kaimah, UAE, 15.12.2015

Kube, C., Flieter, I.
Vollzugspraxistaugliche Vor-Ort-Verfahren zur Unterstützung der Probenahme oder der Eingangskontrolle von Abfällen - Ermittlung fachlicher Grundlagen Erarbeitung eines Vor-Ort-Elutionsverfahrens zur Vor-Ort-Elementbestimmung
LAGA-Forum Abfalluntersuchungen, Fulda, 09.03.2015

Kube, C., Flieter, I.
Neue Entwicklungen in der Vor-Ort-Analytik – Spektrometertestverfahren zum Nachweis von PAK und Vor-Ort-Elution mit Vor-Ort-Elementbestimmung
Veranstaltung „Erfassung und Gefährdungsabschätzung von altlastverdächtigen Flächen und Verdachtsflächen“, BEW, Essen, 27.08.2015

Küpper, M., Leinert, M., Quass, U., Doktor, K., John, A., Breuer, L., Gladtke, G., Kuhlbusch, T. A. J.
Beitrag verkehrsbezogener und nicht fossiler Rußemissionen zur PM_{10}-Feinstaubbelastung an zwei Standorten in NRW
Kolloquium Luftqualität an Straßen 2015, Bergisch Gladbach, 04.03.2015

Küpper, M., Hellack, B., John, A., Quass, U., Kuhlbusch, T. A. J., Leinert, S., Breuer, L., Gladke, D.
Evaluation of the contribution of fossil and biogenic carbonaceous matter to PM_{10} in the Ruhr area from measurements of BC, EC, OC and levoglucosan
EAC 2015, Mailand, Italien, 16.09.2015

Kuhlbusch, T. A. J., Asbach, C., Ostraat, M.
Harmonized Tiered Approach to Measure and Assess the Potential Exposure to Airborne Nano-Objects and their Aggregates and Agglomerates (NOAA) at Workplaces
Sitzung des TuU-Koordinierungskreises Nanomaterialien, Frankfurt, 09.02.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Sources, and spatial and temporal distribution of ultrafine particles
Cost Modena Workshop, Rom, Italien, 05. – 06.05.2015

Kuhlbusch, T. A. J. und Mitarbeiter des Projekts „nanoGRAVUR“
nanoGRAVUR – Nanostrukturierte Materialien – Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz sowie Risikominimierung
Clustertreffen nanoGRAVUR 2015, Frankfurt, 18.05.2015

Kuhlbusch, T. A. J., Asbach, C., Meyer, J., Kaminski, H., Krekel, S., Stahlmecke, B.
Workplace nanomaterial exposure assessment
Nanomaterial Exposure Assessment, ICOH Professional Development Course, Invided Presentation, Seoul, Korea, 30.05.2015

Kuhlbusch, T. A. J., Sager, U., Stahlmecke, B., Kaminski, H., Asbach, C., Stein, M., Hontañon, E., Kruis, E., Stadlbauer, M., Santos, L., Carrasco Torres, F., Gómez, J., Chang, I.
Release and safety testing of nanomaterials and nanopowders Examples from BUONAPART-E
Intern. WS on Safety of Products, Invided Presentation, Seoul, Korea, 01.06.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Produktnanopartikel aus Anlagen
6. VDI-Fachtagung „Diffuse Emissionen 2015“, Düsseldorf, 11.06.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Partikelfreisetzung: Methoden und Messtechniken bei Nanomaterialien
Einladungsvortrag – Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin, 06.08.2015

Kuhlbusch, T. A. J. und Mitarbeiter des Projekts „nanoGRAVUR“
Nanostrukturierte Materialien – Gruppierung hinsichtlich Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutz sowie Risikominimierung
DECHEMA/VCI Working Group, Frankfurt, 08.09.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Framework for NMs release – Linking release testing with possible exposure
MARINA and NanoValid International Conference, Einladungsvortrag, Paris, Frankreich, 29. – 30.09.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Frameworks of Release – Freisetzungsprozesse vor dem Hintergrund der Exposition und dem Risiko, Beispiel BUONAPART-E
Verfahrenstechnisches Kolloquium Universität Bremen, Bremen, 03.11.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Differentiating BC/EC/OC: Measurement methods, source apportionment and correlations to other particle metrics
Seminar of the Joint Mass Spectrometry Centre, Einladungsvortrag, Rostock, 10.11.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Expositionsmessungen von Nanomaterialien am Arbeitsplatz – Herausforderungen und Empfehlungen für KMU
Technologiegespräch "KMU-Innovativ - Innovationen mit neuen Werkstoffen und Nanomaterialien erfolgreich und sicher umsetzen", Düsseldorf, 19.11.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Examples of Release, Safety and Exposure – nanomaterials in a cradle to grave perspective
HSE and ELSA in energy and environmentally friendly technologies, Oslo, Norwegen, 20.11.2015

Kuhlbusch, T. A. J.
Fine dust and traffic in urban areas
German-Arab Knowledge Transfer Colloquium, Duisburg, 02.12.2015

Leonhardt, J.
New developments related to LCxLC based on the Eksigent NanoLC 425
AFWC 2015, Koblenz, 28. – 30.04.2015

Ortmann, R., Martens, S., Pasel, C., Brieler, F., Luckas, M., Fröba, M., Bathen, D.
Adsorptive removal of toxic substances out of the ambient air
27. Deutsche Zeolith-Tagung, Oldenburg, 26.02.2015

Portner, C.
Gesetzliche Grundlagen für den Umgang mit Zytostatika
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 06. – 07.03. und 26.06. –27.06.2015

Portner, C.
Rechtliche Grundlagen und Normen
Berner Praxisseminar: GMP-gerechte Herstellung von nicht toxischer Parenteralia, Hamburg, 20. – 21.03.2015

Portner, C., Türk, J.
Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 26. – 27.06.2015, 27. – 28.11.2015

Portner, C., Türk, J.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 26. – 27.06.2015, 27. – 28.11.2015

Quass, U., Meyer, J., Kuhlbusch, T. A. J.
Zuordnung und Quantifizierung der Dioxineinträge auf dem Luftpfad mittels Betrachtung der emissionsseitigen und immissionsseitigen Kongenerenmuster
Fachgespräch „Quellenzuordnung Dioxine und PCB, Luftpfad“, Berlin, 23.03.2015

Quass, U., Kaminski, H., Küpper, M., Meyer, J., John, A., Kuhlbusch, T. A. J.
Messungen feiner und ultrafeiner Partikel am Standort Mülheim-Styrum, Ruhrgebiet
GUAN Treffen, Leipzig, 21. – 23.09.2015

Sager, U., Stahlmecke, B., Kuhlbusch, T. A. J., Kaminski, H., Asbach, C., Stein, M., Hontañon, E., Kruis, E., Stadlbauer, M., Santos, I., Carrasco Torres, F., Gómez, J., Chang, I.
Life cycle of three BUONAPART-E nanomaterials and corresponding products
BUONAPART-E Workshop, Turku, Finnland, 16.04.2015

Sager, U., Schneiderwind, U., Däuber, E., Asbach, C., Ligotski, R., Suhartiningsih, Schmidt F.
Evaluierung der Prüfprozeduren für adsorptive Filtermedien (DIN EN ISO 10 121)
29. Aerosol Technologie Seminar, Karlsruhe, 28. –29.09.2015

Schnurre, S. M., Spree M., Hülser, T., Wiggers, H., Schulz, C.
Highly-specific nanoparticles from the gas phase: From pilot lines to industrial applications
Invited Präsentation, EuroNanoForum 2015, Rīga, Lettland, 09.06. – 11.06.2015

Soppa, V.J., Schins, R. P. F., Hennig, F., Hellack, B., Quass, U., Kaminski, H., Kuhlbusch, T. A. J., Weinmayr, G., Hoffmann, B.
Controlled human exposures to fine and ultrafine particles from indoor sources – changes in lung function and blood pressure
19th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zürich, Schweiz, 28.06. – 01.07.2015

Stahlmecke, B., Kaminski, H., Sager, U., Asbach, C., Stein, M., Hontañon, E., Kruis, E., Stadlbauer, M., Kuhlbusch, T. A. J.
Possible Release of Metallic Nanoparticles along their Life Cycle
Aerosol Technology 2015, Tampere, Finnland, 17.06.2015

Stahlmecke, B.
Untersuchungen zur Freisetzung von Nanopartikeln aus Kompositmaterialien
IUTA-Seminar, Duisburg, 07.07.2015

Teutenberg, T.
Do we really need chromatography?
Eingeladener Vortrag Analytisches Seminar Roche, Penzberg, 11.03.2015

Teutenberg, T.
Miniaturisierte 2D-LC gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie – Was kann die Technik leisten?
2D-LC Symposium, Frankfurt am Main, 17.03.2015

Teutenberg, T.
Miniaturisierte zweidimensionale Flüssigkeitschromatografie gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie – ein Blick in die dritte Dimension
ANAKON 2015, Graz, Österreich, 23.03. – 26.03.2015

Teutenberg, T., Türk, J.
Chromatography for LC-MS/MS: Do we really need the chromatography? How can separation problems be solved?
AB Sciex User Meeting, Berlin, 13. – 14.04.2015

Teutenberg, T.
The perspectives of microscale liquid chromatography
Eingeladener Vortrag Seminar ThermoFisher Scientific, Germering, 20.04.2015

Teutenberg, T.
Zweidimensionale HPLC gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie – Was kann die Technik leisten?
HPLC Praxistag, Würzburg, 28.04.2015

Teutenberg, T.
Umfassende zweidimensionale Flüssigkeitschromatografie gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie – Was kann die Technik leisten?
Analytisches Seminar der Universität Münster, Münster, 09.06.2015

Teutenberg, T., Steiner, F.
The role of temperature in HPLC from speed increase and selectivity tuning to greener chromatography and special detection far beyond 100 °C
HPLC 2015, Genf, Schweiz, 21. – 25.06.2015

Teutenberg, T., Leonhardt, J., Portner, C., Hetzel, T., Tuerk, J.
LC x LC approach to comprehensive screening in complex environmental samples using capillary LC and Q-TOF MS
Webinar, Phenomenex, 07.07.2015

Teutenberg, T., Steiner, F.
The Role of Temperature in HPLC from Speed Increase and Selectivity Tuning to Greener Chromatography and Special Detection Far Beyond 100 °C
Webinar, The Analytical Scientist, 13.08.2015

Teutenberg, T.
Entwicklung schneller HPLC-Methoden mittels Mikro-LC und Tandemmassenspektrometrie
Novia Analytiktage 2015, Bad Soden, 17. – 18.11.2015

Treese, J., Luckas, M., Pasel, C., Bathen, D.
Chemische Charakterisierung von Aktivkohleoberflächen
27. Deutsche Zeolith-Tagung, Oldenburg, 25.02.2015

Türk, J., Heinemann, A.
Ergebnisse und Empfehlungen aus Wischproben-Monitoring-Studien in Apotheken
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 06. – 07.03.2015

Türk, J.
Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika-Herstellung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 06. – 07.03.2015

Türk, J.
Praxis: Effektive Reinigung von Oberflächen, Desinfektion und Validierung
Berner Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 06. – 07.03.2015

Türk, J.
Praxis: Reinigung und Desinfektion
Berner Praxisseminar: GMP-gerechte Herstellung von nicht toxischer Parenteralia, Berner International, Hamburg, 20. – 21.03.2015

Türk, J.
Grundlagen der LC-MS Kopplung Qualifizierung und Quantifizierung
Klinkner & Partner Seminar „LC - MS Kopplung“, Potsdam, 19. – 20.05.2015

Tuerk, J.
Elimination of micropollutants from wastewater treatment plants (WWTP) using advanced oxidation procedures
Pan-African-German Symposium on Environment and Health Symposium, Pretoria, South Africa, 01. – 03.06.2015

Türk, J., Herbst, H., Ante, S., Börgers, A., Keuter, V., Remmler, F., Sayder, B., Seidel, U., Skark, C.
Analyse der Möglichkeiten zur Emissionsminderung von Arzneimitteln in Klinikabwässern
KGNW-Infomationsveranstaltung „Mikroschadstoffe im Abwasser von Krankenhäuseren – Möglichkeiten der Vermeidung und Behandlung“, Düsseldorf, August 2015

Tuerk, J.
Micropollutants in the water cycle: occurrence, analysis and advanced technologies
DAAD Summer school „Water and health in urban systems“, Universität Duisburg-Essen Duisburg, 01.10.2015

Türk, J., Kiffmeyer, T.
Außenkontamination - Realität und Konsequenzen
Effektive Reinigung und Desinfektion in der Zytostatika – Herstellung
MundiCampus Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika, Hamburg, 14. – 15.11.2015

Tuerk, J., Boergers, A., Itzel, F., Gehrmann, L., Bielak, H., Simon, A., Dopp, E., Hammers-Wirtz, M., Ante, S., Maus, C., Herbst, H., Glathe, W., Becker, H.-P.
Optimization of the full-scale ozonation and biological post-treatment at the wastewater treatment plant Duisburg-Vierlinden
Micropol & Ecohazard Conference 2015, Singapur, Singapur, 22. – 26.11.2015

Vogt, M., Goldschmidt, R., Haep S., Bathen, D., Beumers, P., Koß, H.-J., Bardow, A.
Optimierter Betrieb einer CO_2-Gaswäsche durch Inline-Waschmittelanalytik mit Raman-Spektroskopie
Jahrestreffen der Fachgruppen Gasreinigung und Mechanische Flüssigkeitsabtrennung, Bremen, 25.03.2015

Wohlleben, W., Driessen, M. D., Schaefer, U. F., von Vacano, B., Wiemann, M., Schnekenburger, J., Kuhlbusch, T. A. J., Luch, A., Lehr, C.-M., Haase, A.
Influence of the nanoparticle surface chemistry on agglomeration and specific lung lining lipid/ protein interaction
JRC Workshop, Ispra, Italien, 23. – 25.11.2015

4.2 Veröffentlichungen 2015

Antakyali, D., Ante, S., Herbst, H., aus der Beek, T., Bergmann, A., Börgers, A., Türk, J.
Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination
Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 1. Auflage 2015

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
Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe.NRW, 1. Auflage 2015

Asbach, C., Kaminski, H. Dahmann, D., Monz, C., Neumann, V., Plitzko, S., Meyer-Plath, A., Dziurowitz, N., Simonow, M., Fierz, M., Todea, A. M.
Genauigkeit, Vergleichbarkeit und Feldtauglichkeit personengetragener Monitore zur Bestimmung der Exposition gegenüber Nanopartikeln
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 75, Nr. 11/12, 469 – 478, 2015

Asbach C.
Exposure Measurement at Workplaces
In: Nano Engineering: Global Approaches to Health and Safety Issues, edited by Patricia I. Dolez, Elsevier Amsterdam, 2015, ISBN: 978-0-444-62747-6, 523 – 555

Asbach, C., Kuhlbusch, T. A. J., Stahlmecke, B., Kaminski, H., Kiesling, H. J., Voetz, M., Dahmann, D., Götz, U., Dziurowitz, N., Plitzko, S.
Measurement and monitoring strategy for assessing workplace exposure to airborne nanomaterials
In: Safety of nanomaterials along their lifecycle: Release, Exposure and Human Hazard, Eds. Wohlleben W., Kuhlbusch T., Lehr CM, Schnekenburger J (2015) Taylor & Francis, ISBN 978-1-46-656786-3, 233 – 245

Belis, C. A., Karagulian, F., Amato, F., Quass, U. et al
A New Methodology to Assess the Performance and Uncertainty of Source Apportionment Models II: the Result of Two European Intersomparison Exercises
Atmospheric Environment 123, 240 – 250, 2015

Berger, C., Grüning, F., Berry, A., Klein, H. J.
Separate Rückgewinnung von elementarem Zinn und Kupfer aus verbrauchten Zinn-Stripperlösungen der Leiterplattenindustrie
WOMag 12 (2015), 4 – 6

Birmili, W., Sun, J., Weinhold, K., Merkel, M., Rasch, F., Wiedensohler, A., Bastian, S., Löschau, G., Schladitz, A., Quass, U., Kuhlbusch, T. A. J., Kaminski, H., Cyrys, J., Pitz, M., Gu, J., Peters, A., Flentje, H., Meinhardt, F., Schwerin, A., Bath, O., Ries, L., Gerwig, H., Wirtz, K., Weber, S.
Atmospheric aerosol measurements in the German Ultrafine Aerosol Network (GUAN) – Part 3: Black Carbon mass and particle number concentrations 2009 to 2014
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 75 Nr. 11/12, 479 – 488, 2015

Birmili, W., Weinhold, K., Merkel, M., Rasch, F., Sonntag, A., Wiedensohler, A., Bastian, S., Schladitz, A., Löschau, G., Cyrys, J., Pitz, M., Gu, J., Kusch,T., Flentje, H., Quass, U., Kaminski, H., Kuhlbusch, T. A. J., Meinhardt, F., Schwerin, A., Bath, O., Ries, L., Wirtz, K., Fiebig, M.
Long-term observations of tropospheric particle number size distributions and equivalent black carbon mass concentrations in the German Ultrafine Aerosol Network (GUAN)
Earth Syst. Sci. Data Discuss 8, 935 – 993, 2015

Börgers, A., Ante, S., Schulz, J., Türk, J.
Entfernung von Mikroschadstoffen – Der Aufwand lohnt sich
der gemeinderat, 2015, 58/59, 68–69

Burrichter, B., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Experimental and theoretical study on the adsorptive drying of primary alcohols in a fixed bed adsorber
Sep. & Pur. Techn. 145 (2015) 5, S. 39 – 49

Cao, L. N. Y., Wang, J., Fissan, H., Pratsinis, S.E., Eggersdorfer, M. L., Pui D. Y. H.
The capacitance and charge of agglomerated nanoparticles during sintering
Journal of Aerosol Science 2015, 83:1 – 11

Cox, C., Pasel, C., Luckas, M., Bathen, D.
Absorption of SO_2 in different electrolyte solutions, seawater and brine
Fluid Phase Equilibria 402 (2015), S. 89 – 101

Curdts, B., Pflitsch, C., Pasel, C., Helmich, M., Bathen, D., Atakan, B.
Novel silica-based adsorbents with activated carbon structure
Microporous and Mesoporous Materials 210 (2015), S. 202 – 205

Ding, Y., Stahlmecke, B., Jiménez, A.S., Tuinman, I. L., Kaminski, H., Kuhlbusch, T. A. J., van Tongeren, M., Riediker, M.
Dustiness and Deagglomeration Testing: Interlaboratory Comparison of Systems for Nanoparticle Powders
Aerosol Scinece and Technology 49, 1222 – 1231, 2015

Driessen, M., Mues, S., Vennemann, A., Hellack, B., Bannuscher, A., Vimalakanthan, V., Riebeling, C., Ossig, R., Wiemann, M., Schnekenburger, J., Kuhlbusch, T. A. J., Renard, B., Luch, A., Haase, A.
Proteomic analysis of protein carbonylation: a useful tool to unravel nanoparticle toxicity mechanisms
Particle Fibres and Technology 12:36, pp 18 (online), 2015

vom Eyser, C., Palmu, K., Schmidt, T. C., Tuerk, J.
Pharmaceutical load in sewage sludge and biochar produced by hydrothermal carbonization
Science of the Total Environment, 2015, 537, pp 180 – 186

vom Eyser, C., Palmu, K., Otterpohl, R., Schmidt, T. C., Tuerk, J.
Determination of pharmaceuticals in sewage sludge and biochar from hydrothermal carbonization using different quantification approaches and matrix effect studies
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2015, 407(3), pp 821 – 830

Faghihi, E. M., Martin, D., Clifford, S., Edwards, G., He, C., Asbach, C., Morawska, L.,
Are there generalisable trends in the release of airborne synthetic clay nanoparticles from a jet milling process?
Aerosol and Air Quality Research 15: 365 – 375, 2015

Fehrenbach, T., Wiese, S.
Materialien in HPLC und UHPLC – was für welchen Zweck?
in: Stavros Kromidas (Hrsg.), „Der HPLC-Experte 2 – so nutze ich meine HPLC/UHPLC optimal“, ISBN: 978-3-527-33838-2, Wiley-VCH, 2015, 233 – 279

Feroughi, O. M., Hardt, S., Wlokas, I., Hülser, T., Wiggers, H., Dreier, T., Schulz, C.
Laser-based in situ measurement and simulation of gas-phase temperature and iron atom concentration in a pilot-plant nanoparticle synthesis reactor
Proceedings of the Combustion Institute, 35, 2299 – 2306 (2015)

Finger, H., Schneiderwind U., Asbach C.
Bewertung mobiler Raumluftreinigungsgeräte
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 2015, 75(11/12):497-502

Fissan, H., Kaminski, H., Asbach, C., Wang, J.
Possibilities for size distribution determination and structure characterization of spherical, agglomerated and aggregated nanoparticles with a SMPS combined with an electrical sensor (ES-DC)
In: Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 7, Ulrich Teipel, 2015, S. 167 –188, ISBN 978-3-8396-0877-7

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Dopp, E., Türk, J.
Aktivität von östrogenen und androgen aktiven Substanzen während und nach der Ozonung von Krankenhausabwasser
Sonderpublikation zum 11. Langenauer Wasserforum, 2015, 33 – 35

Gutleb, A. C., Cambier, S., Fernandes, T., Georgantzopoulou, A., Kuhlbusch, T. A. J., Lynch, I., Macken, A., Mehennaoui, K., Mowller, R., Nickel, C., Peijnenburg, W., Serchi, T.
Chapter 4: Environmental Fate and Effects of Nanomaterials in Aquatic Freshwater Environments
in: Nanomaterials – A Guide to Fabrication and Applications, Eds.; Sivashankar Krishnamoorthy, CRC Press, ISBN 978-1-4665-9126-4, 95 – 122, 2015

Hellack, B., Soppa, V., Quass, U., Kaminski, H., Neumeyer-Sickinger, A., Buschka, A., Albrecht, C., Weinmayer, G., Schins, R., Hoffmann, B., Kuhlbusch, T. A. J.
Effekte von Partikeln aus Innenraum-Aktivitäten (EPIA) – (Untersuchungen zur Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikel aus Quellen im Innenraum: chemisch-physikalische Charakterisierung der Partikel und Studien zur gesundheitlichen Wirkung)
UBA Bericht, Hrsg.: Umweltbundesamt, Forschungskennzahl: 371162205, 364 pp, http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Forschungsdatenbank/fkz_3711_62_205_%20partikel_innenraum_bf.pdf, 2015

Hellack, B., Quass, U., Beuck, H., Wick, G., Kuttler, W., Schins, R. P. F., Kuhlbusch, T. A. J.
Elemental composition and radical formation potency of PM_{10} at an urban background station in Germany in relation to origin of air masses
Atmospheric Environment 105, 1 – 6, 2015

Hellack, B., Quass, U., Nickel, C., Wick, G., Schins, R. P. F., Kuhlbusch, T. A. J.
Oxidative potential of particulate matter at a German motorway
Environmental Science Processes Impacts, 17, 868 – 876, 2015

Hetzel, T., Teutenberg, T., Schmidt, T. C.
Selectivity screening and subsequent data evaluation strategies in liquid chromatography: the example of twelve antineoplastic drugs
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2015, 407, pp 8475 – 8485

Janssen, N. A. H., Strak, M., Yang, A., Hellack, B., Kelly, F. J., Kuhlbusch, T. A. J., Harrison, R. M., Brunekreef, B., Cassee, F. R., Steenhof, M., Hoek, G.
Associations between three specific a-cellular measures of the oxidative potential of particulate matter and markers of acute airway and nasal inflammation in healthy volunteers
Occup Environ Med 72(1), 49 – 56, 2015

John, A., Hellack, B., Küpper, M., Quass, U., Kuhlbusch, T. A. J.
Elementarer und organischer Kohlenstoff in PM_x – Neue europäische Standardisierung und Beispiele zur Quellenidentifizierung
UMTK-Tagungsband, VDI-Bericht 2250, 12 pp 2015

Kaminski, H., Beyer, M., Fissan, H., Asbach, C., Kuhlbusch, T. A. J.
Measurements of Nanoscale TiO_2 and Al_2O_3 in Industrial Workplace Environments – Methodology and Results
Aerosol and Air Quality Research 15, 129 – 141, 2015

Karanasiou, A., Minguillón, M.C., Viana, M., Alastuey, A., Putaud, J.-P., Maenhaut, W., Panteliadis, P., Močnik, G., Favez, O., Kuhlbusch, T. A. J.
Thermal-optical analysis for the measurement of elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) in ambient air a literature review
Atmos.Meas.Tech.Discuss. 8, 9649 – 9712, 2015

Kim, C., Zuo, Z., Finger, H., Haep, S., Asbach, C., Fissan, H., Pui, D. Y. H.
Soft X-ray-assisted detection method for airborne molecular contaminations (AMCs)
J. Nanopart. Res. 17:126, 2015

Kim, Y. P., Grinshpun, S. A., Asbach, C., Tsai, C. J.
Overview of the Special Issue for the 2014 International Aerosol Conference
Aerosol and Air Quality Research 2015, 15: 2185 – 2189

Klingebiel, M., de Lozar, A., Molleker, S., Weigel, R., Roth, A., Schmidt, L., Meyer, J., Ehrlich, A., Neuber, R., Wendisch, M., Borrmann, S.
Arctic low-level boundary layer clouds: in situ measurements and simulations of mono- and bimodal supercooled droplet size distributions at the top layer of liquid phase clouds
Atmos. Chem. Phys. 15, 617 – 631, 2015

Küpper, M., Weinbruch, St., Skaug, V., Skogstad, A., Thornér, E., Benker, N., Ebert, M., Chashchin, V., Odland, J., Thomassen, Y.
Electron microscopy of particles deposited in the lungs of nickel refinery workers
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 407(21), 6435 – 6445, 2015

Kuhlbusch, T. A. J., Asbach, C., Ostraat, M., Engel, S., Swain, K. A.
Harmonized Tiered Approach to Measure and Assess the Potential Exposure to Airborne Emissions of Enginieered Nano-Objects and Their Agglomerates and Aggregates at Workplaces
OECD Report – Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 55, pp. 51, 2015

Leonhardt, J., Teutenberg, T., Tuerk, J., Schluesener, M. P., Ternes, T. A., Schmidt, T. C.
A comparison of one-dimensional and microscale two-dimensional liquid chromatographicapproaches coupled to high resolution mass spectrometry for the analysis of complex samples
Analytical Methods, 2015, 7, 7697 – 7706

Leonhardt, J., Hetzel, T., Teutenberg, T., Schmidt, T. C.
Large volume injection of aqueous samples in nano liquid chromatography using serially coupled columns
Chromatographia, January 2015, Volume 78, Issue 1 – 2, 31 – 38

Letzel, T., Türk, J.
Inhaltsstoffe und Belastungen im Wasser – Organische Stoffe
in: Karl Glas und Marcus Verhülsdonk (Hrsg.) „Wasser in der Getränkeindustrie“, ISBN: 978-3-418-00817-2, Fachverlag Hans Carl, 2015, 71 – 82

Metzger, S., Rößler, A., Türk, J., Antakyali, D., Schulz, J., Wunderlin, P., Meier, A.
Status quo der Erweiterung von Kläranlagen um eine Stufe zur gezielten Spurenstoffelimination
wwt – wasserwirtschaft wassertechnik, Modernisierungsreport 2015/2016, 2015, 14 – 19

Meyer, J., Rolf, C., Schiller, C., Rohs, S., Spelten, N., Afchine, A., Zöger, M., Sitnikov, N., Thornberry, T.D., Rollins, A. W., Bozóki, Z., Tátrai, D., Ebert, V., Kühnreich, B., Mackrodt, P., Möhler, O., Saathoff, H., Rosenlof, K. H., Krämer, M.
Two decades of water vapor measurements with the FISH fluorescence hygrometer: a review
Atmos. Chem. Phys. Discuss. 15, 7735 – 7782, 2015

Meyer, J., Rolf, C., Schiller, C., Rohs, S., Spelten, N., Afchine, A., Zöger, M., Sitnikov, N., Thornberry, T.D., Rollins, A.W., Bozóki, Z., Tátrai, D., Ebert, V., Kühnreich, B., Mackrodt, P., Möhler, O., Saathoff, H., Rosenlof, K. H., Krämer, M.
Two decades of water vapor measurements with the FISH fluorescence hygrometer: a review
Atmos. Chem. Phys. 15, 8521 – 8538, 2015

Mölter, A., Simpson, A., Berdel, D., Brunekreef, B., Custovic, A., Cyrys, J., de Jongste, J., de Vocht, F., Fuertes, E., Gehring, U., Hoffmann, B., Klümper, C., Korek, M., Kuhlbusch, T. A. J., Lindley, S., Postma, D., Tischer, C., Wijga, A., Pershagen, G., Agius, R., et al.
A multicentre study of air pollution exposure and childhood asthma prevalence: the ESCAPE project
Eur Respir J. 2015 Mar; 45(3):610-24.
doi: 10.1183/09031936.00083614.
Epub 2014 Oct 16

Mölter-Siemens, W., Fischer, G.
Laminare und turbulente Strömungskennwerte für die Differenzauslegung von Gashochdruckfiltern
Filtrieren und Separieren 4/2015, S. 250 – 255

Nellesen, L., Schiemann, J.
Versteckte Wertstoffe – die mechanische Aufbereitung von Flüssigkristallbildschirmen (LCD) ermöglicht ein optimales Indiumrecycling
ReSource 4/2015, S. 40 – 45, 2015

Nickel, C., Gabsch, S., Hellack, B., Nogowski, A., Babick, F., Stintz, M., Kuhlbusch, T. A. J.
Mobility of coated and uncoated TiO_2 nanomaterials in soil columns – Applicability of the tests methods of OECD TG 312 and 106 for nanomaterials
Journal of Environmental Management 157, 230 – 237, 2015

Opwis, K., Mayer-Gall, T., Gutmann, J.S., Grüning, F., Kube, C., Erich, E., Haep, S.
Rückgewinnung von Wertmetallen mit polyelektrolyfunktionalisierten Textilien
Technische Textilien 2 (2015), 84 – 87

Opwis, K., Mayer-Gall, T., Gutmann, J. S., Grüning, F., Kube, C., Erich, E., Haep, S.
Recovery of noble metals by the use of polelectrolyte-functionalized textiles
Technical Textiles 4 (2015), 198 – 201

Ortmann, R., Pasel, C., Luckas, M., Kraas, S., Fröba, M., Bathen, D.
Sorption of acetaldehyde and hexanal in trace concentrations on carbon-based adsorbents
Chem. Eng. Tech. 38 (2015) 1, S. 125 – 130

Panteliadis, P., Hafkenscheid, T., Cary, B., Diapouli, E., Fischer, A., Favez, O., Quincey, P., Viana, M., Hitzenberger, R., Vecchi, R., Saraga, D., Sciare, J., Jaffrezo, J. L., John, A., Schwarz, J., Giannoni, M., Novak, J., Karanasiou, A., Fermo, P., Maenhaut, W.
ECOC comparison exercise with identical thermal protocols after temperature offset correction – instrument diagnostics by in-depth evaluation of operational parameters
Atmos. Meas. Tech., 8, 779 – 792, 2015

Peijnenburg, W., Baaloushac, M., Chend, J., Chaudrye, Q., Von Der Kammer, F., Kuhlbusch, T. A. J., Leadch, J., Nickel, C., Quiki, J. T. K., Renker, M., Wang, Z., Koelmans, A.
A review of the properties and processes determining the fate of engineered nanomaterials in the aquatic environment
Critical Reviews in Environmental Science and Technology 45, 2084 – 2134, 2015

Phama, H. T. M., Giersberg, M., Gehrmann, L., Hettwer, K., Tuerk, J., Uhlig, S., Hanke, G., Weisswange, P., Simon, K., Baronian, K., Kunze, G.
The determination of pharmaceuticals in wastewater using a recombinant Arxula adeninivorans whole cell biosensor
Sensors and Actuators B, 2015, 211, 439 – 448

Posch, T. N., Pütz, M., Martin, N., Huhn, C.
Electromigrative separation techniques in forensic science: combining selectivity, sensitivity, and robustness
Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2015, 407(1), 23 – 58

Schumacher, S., Asbach, C., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R.
Partikelprobenahme in Feuerung und Kessel zur Charakterisierung korrosions- und belagskritischer Stäube
VDI-Wissensforum: „Feuerung und Kessel – Beläge und Korrosion in Großfeuerungsanlagen“, VDI-Verlag, Düsseldorf

Teutenberg, T., Hetzel, T., Portner, C., Türk, J.
Anforderungen an LC-Hardware bei der Kopplung mit unterschiedlichen Massenspektrometern
in: Stavros Kromidas (Hrsg.), „Der HPLC-Experte 2 – so nutze ich meine HPLC/UHPLC optimal“, ISBN: 978-3-527-33838-2, Wiley-VCH, 2015, 175 – 201

Teutenberg, T.
2D-Chromatographie – Möglichkeiten und Grenzen
in: Stavros Kromidas (Hrsg.), "Der HPLC-Experte 2 – so nutze ich meine HPLC/UHPLC optimal“, ISBN: 978-3-527-33838-2, Wiley-VCH, 2015, 203 – 231

Teutenberg, T., Hetzel, T.
Optimization of ionization efficiency in liquid chromatography mass spectrometry using a Design of Experiments approach
GIT separation 2/2015, 26 – 29

Teutenberg, T., vom Eyser, C., Mohren, A., Portner, C., Türk, J.
Entwicklung eines flexiblen analytischen Workflows – Direkte Anreicherung und Messung organischer Mikroschadstoffe mittels Flüssigkeitschromatografie-Massenspektrometrie
Sonderpublikation zum 11. Langenauer Wasserforum, 2015, 20 – 23

Teutenberg, T., Leonhardt, J.
Miniaturisierte zweidimensionale Chromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie – Wie weit ist die Praxis noch von der Theorie entfernt?
chrom+food FORUM, 2015

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

Treese, J., Pasel, C., Bathen, D.
Ein neuer Ansatz zur Charakterisierung der Flüssigphasenadsorption an Aktivkohlen
Chem. Ing. Tech. 87 (2015) 5, S. 563 – 570

Tseng, J. C., Schmidt, W., Sager, U., Däuber, E., Pommerin, A., Weidenthaler, C.
Microstructure analysis of complex CuO/ZnO@carbon adsorbers: what are the limits of powder diffraction methods?
Phys. Chem. Chem. Phys. 2015, 17:12282 – 12291

Wiese, S.
Die moderne HPLC-/UHPLC-Anlage – Heutige Anforderungen an die einzelnen Module
in: Stavros Kromidas (Hrsg.), „Der HPLC-Experte 2 – so nutze ich meine HPLC/UHPLC optimal“, ISBN: 978-3-527-33838-2, Wiley-VCH, 2015, 33 – 58

Wiese, S.
Aspekte der modernen HPLC – Erfahrungsbericht eines Anwenders
in: Stavros Kromidas (Hrsg.), „Der HPLC-Experte 2 – so nutze ich meine HPLC/UHPLC optimal“, ISBN: 978-3-527-33838-2, Wiley-VCH, 2015, 295 – 316

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, Epub 2015 Nov 21, 2015

Yang, A., Hellack, B., Leseman, D., Brunekreef, B., Kuhlbusch, T. A. J., Cassee, F. R., Hoek, G., Janssen, N. A. H.
Temporal and spatial variation of the metal-related oxidative potential of $PM_{2.5}$ mass and elemental compsoition
Atmospheric Environment 102, 62 – 69, 2015

Yang, A., Hoek, G., Montagne, D., Leseman, D. L., Hellack, B., Kuhlbusch, T. A. J., Cassee, F. R., Brunekreef, B., Janssen, N. A.
Agreement of central site measurements and land use regression modeled oxidative potential of $PM_{2.5}$ with personal exposure
Environ Res. 140, 397 – 404, 2015

4.3 Poster 2015

Asbach, C., Kuhlbusch, T. A. J., Hellack, B., Wiemann, M., Van Meerbeek, B., Peumans, M., Hoet, P., Cokic, S., Van Landuyt, K. L.
Release of Nanoparticles from Dental Composites during Restoration Grinding and Polishing
SENN2015, Helsinki, Finnland, 14.04.2015

Asbach, C., Kaminski, H., Stahlmecke, B., Monz, C., Dahmann, D., Fierz, M., Clavaguera, S., Faure, B., Dziurowitz, N., Meyer-Platz, A., Dettlaff, B., Fonseca, A. S., Viana, M., Todea, A. M.
Comparability and Accuracy of Personal Nanoparticle Exposure Monitors
Aerosol Technology 2015, Tampere, Finnland, 15. – 17.06.2015

Asbach, C., Todea, A. M., Plitzko, S., Meyer-Plath, A., van Tongeren, M., MacCalman, L., Fierz, M., Dahmann, D., Iavicoli, I., Clavaguera S.
Bestimmung der persönlichen Exposition gegenüber luftgetragenen Nanomaterialien mit personengebundenen Sammlern und Monitoren
BMBF i-WING Konferenz, Dresden, Germany April 27 – 29, 2015

Blauth, F., Schiemann, B., Kölsch, R., Schiemann, J, Kirschbaum, S., Wrobel, G., Agudelo, J.
Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges solar gekoppelter Kombisysteme zur dezentralen Versorgung mit Wasser, Wärme, Kälte und Strom
22. Innovationstag Mittelstand des BMWi am 11.06.2015

Berger, C., Grüning, F., Berry, A., Klein, H. J.
r^3-BECE Separate Rückgewinnung von elementarem Zinn und Kupfer aus verbrauchten Zinn-Stripperlösungen der Leiterplattenindustrie
r^3-Abschlusskonferenz, Bonn, 15. – 16.09.2015

vom Eyser, C., Türk, J., Schmidt, T. C.
Target und Non-Target Analytik von Arzneimitteln in komplexen Umweltproben
Wasser 2015 Schwerin, 11.05. – 13.05.2015

vom Eyser, C., Werres, T., Schram, J., Giegold, S., Teutenberg, T.
Determination of estrogens in water samples using High Performance Liquid Chromatography – Fluorescence Detection
Novia HPLC-Tage 2015, Bad Soden, 17.11. – 18.11.2015

Finger, H., Schneiderwind, U., Asbach C.
Performance Tests of New and Aged Indoor Air Cleaners
European Aerosol Conference, Milan, Italy, September 6 – 11, 2015

Fonseca, A. S., Viana, M., Querol, X., Pérez, N., Alastuey, A., Todea, A. M., Monz, C., Asbach C.
Intercomparison of portable and stationary SMPSs for nanoscale aerosol measurements
European Aerosol Conference, Milan, Italy, September 6 – 11, 2015

Gehrmann L., Wuttke J., Minh Ha, P. T., Portner C., Giersberg, M., Kunze G., Türk J.
Anwendung eines Hefezellenassays zur Bestimmung der progestagenen Aktivität von Oberflächengewässern und Kläranlagenabläufen
Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft 2015, Schwerin, 10.05. – 13.05.2015

Gehrmann, L., Bielak, H., Behr, M., Itzel, F., Lyko, S., Wagner, M., Simon, A., Dopp, E., Tuerk, J.
Aktivität von östrogen und androgen aktiven Substanzen während und nach der Ozonung von Krankenhausabwasser
Langenauer Wasserforum, Langenau, 08.11. – 10.11.2015

Hellack, B., Aragao-Santiago, L., Boland, S., Baeza-Squiban, A., Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Schins, R. P. F., Kuhlbusch, T. A. J.
Surface area detection of nanomaterials for exposure and toxicological assessments
EAC 2015, Mailand, 06. – 11.09.2015

Hetzel, T., Teutenberg, T.
Selectivity screening and subsequent data evaluation strategies in HPLC: the example of twelve antineoplastic drugs
HPLC 2015, Genf, Schweiz, 21.06. – 25.06.2015

Hetzel, T., Teutenberg, T.
Analysis of hormones and pharmaceuticals using µLC-MS/MS hyphenation in combination with column switching
HPLC 2015, Genf, Schweiz, 21.06.–25.06.2015 und
AFWC 2015, Koblenz, 28.04. – 30.04.2015

Itzel, F., Gehrmann, L., Portner, C., Herbst, H., Kunze, G., Schmidt, T. C., Türk, J.
Determination of estrogenic activity at a waste water treatment plant with full scale ozonation using Arxula adeninivorans yeast estrogen screen assay
IO3A Ozone and Advanced Oxidation Leading-edge science and technologies World Conference & Exhibition 2015, Barcelona, Spain, 28.06. – 03.07.2015

Küpper, M., John, A., Breuer, L., Gladtke, D., Leinert, S., Schuck, T., Weber, S., Kuhlbusch, T. A. J.
Contributions of Biomass Burning and Traffic Emissions to Particulate Mat-ter at two Urban Sites within the Ruhr Area, Germany
9th International Conference on Urban Climate, Toulouse, Frankreich, 20. – 24.07.2015

Kuhlbusch, T. A. J., Sager, U., Stahlmecke, B., Kaminski, H., Asbach, C., Stein, M., Hontañon, E., Kruis, E., Stadlbauer, M.
Life Cycle, Possible Release and Safety Aspects of Copper Nanoparticles used as Additive in Cooling Agent
BUONAPART-e Workshop, Turku, Finnland, 15.04.2015

Leonhardt, J., Buschmann, G., Loeker, D., Wiese, S., Teutenberg, T., Bohrisch, J., Schmidt, T. C.
Trenn- und Sorptionsmaterialien auf Basis von modifizierten Perlcellulosen
ANAKON 2015, Graz, Österreich, 23.03. – 26.03.2015

Meyer-Plath, A., Asbach, C., Clavaguera, S., Dettlaff, B., Dziurowitz, N., Faure, B., Fierz, M., Packroff, R., Plitzko, S., Todea, A. M., Wenzlaff, D.
Assessment of workplace exposure to Carbon Nanotubes with personal and stationary equipment
Carbon Conference, Dresden, Germany, July 2015

Moelter-Siemens, W. M., Blattner, J., Asbach C.
On the need of the transfer functions when diffusers are used to expand compressed aerosols
European Aerosol Conference, Milan, Italy, September 6 – 11, 2015

Möhlmann, C., Monz, C., Neumann, V., Dahmann, D., Asbach, C., Todea, A. M.
From comparison tests to recommendations in standardization for counting nanoparticles by using CPCs
SENN conference, Helsinki, Finland, 12. – 15.04.2015

Moury, R., Meggouh M., Urbanczyk, R., Peil, S., Peinecke, K., Felderhoff, M.
Heat storage in magnesium iron hexahydride
European Material Research Society (EMR-S) Fall Meeting,
Warschau (Polen), 15. – 18. 09.2015

Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Werner, J., Wedekind, R., Hellack, B., Kuhlbusch, T. A. J., Schins, R. P. F.
Screening of the toxicity, oxidant generating and inflammogenic properties of sixteen types of nanoparticles in human lung cell lines
DGPT Conference, Kiel, 10. – 12.03.2015

Neumeyer-Sickinger, A., Albrecht, C., Werner, J., Wedekind, R., Hellack, B., Kuhlbusch, T. A. J., Schins, R. P. F.
Nanopartikel-induzierte Toxizität, Entzündung und oxidativer Stress in Lungenzelllinien: Ergebnisse aus dem nanOxiMet Projekt
NanoCare Cluster Meeting, Frankfurt, 20. – 21.05.2015

Nickel, C., Renker, M., Kuhlbusch, T. A. J.
Mobility of Silver, CNT and TiO_2 nanomaterials in unsaturated quartz sand and the effect of humid acids on the mobility
SETAC Europe 25th Annual Meeting, Barcelona, Spanien, 03. – 07.05.2015

Opiolka, S., Bankodad, A., Haep, S., Seitz, S.
Entwicklung eines energie- und kosten-effizienten Verfahrens für die Abluft-reinigung
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Mechanische Flüssigkeitsabtrennung und Gasreinigung 2015, Bremen, 24.– 25.03.2015

Panteliadis, P., Alastuey, A., Maenhaut, W., Kulhbusch, T. A. J.
Comparison of common filter media and thermal protocols used in EC – OC analysis
11th ICCPA, Berkeley, California, USA, 10. – 13.08.2015

Peil, S.
Wärmespeicherung in Metallhydriden
Speicher aus NRW für die Energiewende – Veranstaltung von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Landtag NRW, Düsseldorf, 30.10.2015

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Design and characterisation of a probe for particle sampling in boilers of waster incineration plants
Aerosol Technology 2015, Tampere, Finnland, 15. – 17.06.2015

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Particle sampling in boilers of waste incineration plants: Development and characterisation of a novel probe
EAC 2015, Mailand, Italien, 06. – 11.06.2015

Schumacher, S., Lindermann, J., Stahlmecke, B., Zeiner, T., van der Zwaag, T., Nordsieck, H., Warnecke, R., Asbach, C.
Entwicklung und Charakterisierung einer Sonde zur Partikelprobenahme in Kesseln von Müllverbrennungsanlagen
Jahrestagung der ProcessNet-Fachgruppe Partikelmesstechnik, Magdeburg, Germany, March 18 – 20, 2015

Tagle, M., Hellack, B., Kuhlbusch, T. A. J., Vázquez, Y., Reyes, F., Oyola, P., Gidhagen, L.
Air pollution due to residential wood burning in southern Chile and potential emission reductions
27th Conference of the International Socienty for Environmental Epidemiology, São Paulo, Brasilien, 30.08. – 03.09.2015

Teutenberg, T., vom Eyser, C., Mohren, A., Portner, C., Türk, J.
Vergleich von Online-SPE und klassischer SPE bei der Spurenanalytik von Arzneimittelwirkstoffen mittels LC-MS/MS
Langenauer Wasserforum, Langenau, 08.11. – 10.11.2015

Todea, A. M., Kuhlbusch, T. A. J., Beckmann, S., Kaminski, H., Asbach, C.
Laboratory investigations on the accuracy of personal monitors to measure the individual exposure to nanparticles
SENN2015, Helsinki, Finnland, 14.04.2015

Todea, A. M., Kaminski, H., Monz, C., Dahmann, D., Fierz, M., Clavaguera, S., Faure, B., Dziurowitz, N., Meyer-Plath, A., Dettlaff, B., Godinho de Fonseca, A. S., Viana, M., Asbach C.
Genauigkeit und Vergleichbarkeit personengetragener Monitore zur Expositionsüberwachung gegenüber Nanopartikeln
NanoCare Clustertreffen, Frankfurt, Germany, May 19 – 20, 2015

Vogt, M., Helle, K., Zeiner, T., Haep, S., Bathen, D.
Druckwasserwäsche mit Membrankontaktoren zur CO_2-Abtrennung aus Reformat- und Rohbiogas
Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Fluiddynamik und Trenntechnik 2015, Bamberg, 09. – 11.09.2015

4.4 Vorträge auf Fortbildungsveranstaltungen

Asbach, C., Schmitz, A.
Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel ≥ 5 nm in Filtermedien und Filterkassetten als Grundlage für die Bewertung von Filtern im Hinblick auf Gesundheits- und Produktschutz
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Asbach, C.
Untersuchungen der Abscheideeffizienz von Filtern für Reinräume und raumlufttechnische Anlagen gegenüber Partikeln ≥ 5 nm
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Bittig, M., Modrow, A.
Neue Ansätze zur Abscheidung luftgetragener toxischer Stoffe in Multieffektfiltern
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Mölter-Siemens, W.
Carbon Management für Druckluftfilter
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Nickel, C.
Behaviour and fate of nanoscale particles in the environment
IUTA-Seminar, Duisburg, 29.01.2015

Sager, U, Ligotski, R.
Evaluation und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filter für die allgemeine Raumlüftung zur Fortschreibung der DIN EN ISO 10121
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Schumacher, S.
Partikelprobenahme in Feuerräumen von Müllverbrennungsanlagen
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

Teutenberg, T, Schmitz, O.
Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechnikenauf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrieund Massenspektrometrie (TRENN-DEKT^4)
IUTA-AnalytikTag, Duisburg, 04.11.2015

van der Zwaag, T.
Partikeldynamiksimulation am IUTA: Möglichkeiten und Perspektiven
7. FiltrationsTag, Duisburg, 05.11.2015

4.5 Sonstige Öffentlichkeitsarbeit

Schnurre, S. M.
Podiumsdiskussion zu beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten für Frauen in Industrie und Wissenschaft
Veranstaltung des Gleichstellungsbüros der TU Clausthal (invited talk), Clausthal-Zellerfeld, 07.05.2015

Quass, U.
WDR Stichtag – Smogarlarm Stufe III im Ruhrgebiet 18.01.1985
WDR2 Stichtag, 18.01.2015

4.6 IGF-Forschungsberichte

Im Jahr 2015 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, Bereich *Industrielle Gemeinschaftsforschung* – „Publikationen“ zum Herunterladen bereit.

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 16959 N
Einsatz polymerbasierter Wärmeübertrager für den Einsatz in Meerwasserentsalzungsanlagen
Laufzeit: 01.08.2011 – 31.07.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Universität Bremen
Technische Thermodynamik
Universität Kaiserslautern
Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 17033 N
Entwicklung einer ultradünnen Si- bzw. Si_3N_4-basierten Mikro-PEM-Brennstoffzelle mit nanostrukturierten protonenleitenden Kanälen
Laufzeit: 01.08.2011 – 31.07.2014
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Institut für Mikroelektronik, Stuttgart

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 17115 N
Entwicklung eines HT-PEM-Brennstoffzellenstacks mit integrierter Methanol-Reformierung auf Basis von Compound Material-Platten
Laufzeit: 01.08.2011 – 31.07.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 481 ZBG
Entwicklung eines reifegradbasierten Qualitätsmanagements für disruptive Technologien in F&E-Netzwerken am Beispiel der Forschungs- und Entwicklungsprozesse im E-Mobility-Umfeld
Laufzeit: 01.05.2013 – 30.11.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München
Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Institut Werkstoffe und Produktionsforschung, Lehrstuhl für Produktionswirtschaft

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 406 ZBG
Entwicklung eines 300 W Wasserstofferzeugers auf Basis stickstofffreier partieller Oxidation
Laufzeit: 01.01.2012 – 31.12.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 17516 N
Optimierung von mit Metalloxiden imprägnierten Aktivkohlen zur katalytischen Reduzierung von NO_x- oder NH_3-Immissionen in Dünnschichtfiltern
Laufzeit: 01.09.2012 – 31.12.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.
Bereich Luftreinhaltung & Filtration
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung Mülheim

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 17852 N
Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung von Effizienz und Effektivität bei der Produktkostenreduzierung durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen
Laufzeit: 01.07.2013 – 31.12.2014
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München
Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
Technische Universität München
Lehrstuhl für Strategie und Organisation

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 407 ZBG
Entwicklung eines laseroptischen Geschwindigkeitssensors mit hoher Ortsauflösung zur Untersuchung von Gas- und Flüssigkeitsströmen in Verzweigungssystemen am Beispiel eines Brennstoffzellenstapels
Laufzeit: 01.01.2012 – 31.05.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Technische Universität Dresden
Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik, Professur für Mess- und Prüftechnik

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 448 ZN
Entwicklung einer über die LiGa-Technik integrierbaren Mikrobipolar-Elementeanordnung mit minimalem Edelmetalleinsatz zur vereinfachten Auslegung und Herstellung selbstatmender Brennstoffzellenstapel für portable
Laufzeit: 01.10.2012 – 31.05.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT)

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 455 ZN
Verfahrensentwicklung eines variothermen Spritzgießprozesses zur Herstellung großdimensionierter Bipolarplatten für den Einsatz in reformatgespeisten Hochtemperatur PEM-Brennstoffzellen mit einer Nennleistung von mindestens 2 kW_{el}. für KWK-Anwendungen
Laufzeit: 01.011.2012 – 30.04.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Zentrum für Brennstoffzellen gGmbH, Duisburg
Universität Duisburg-Essen
Institut für Produkt Engineering, Rechnereinsatz in der Konstruktion

AiF-Forschungsvereinigung:
„Energie- und Umwelttechnik“
IGF Forschungsvorhabennummer: 17916 N
Potenziale, Erfolgsfaktoren und Entscheidungshilfen für den Einsatz von E-Mobility bei mittelständischen Logistikdienstleistern
Laufzeit: 01.11.2013 – 30.04.2015
Beteiligte Forschungsstelle(n):
Technische Universität München
Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion

4.7 Forschungsprojekte der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

… der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ im Jahr 2015

AiF-Vorh.-Nr.	Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
407 ZBG	Entwicklung eines laseroptischen Geschwindigkeitssensors mit hoher Ortsauflösung zur Untersuchung von Gas- und Flüssigkeitsströmen in Verzweigungssystemen am Beispiel eines Brennstoffzellenstapels	ZBT, PMP TU D	01.01.2012	31.03.2015
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	ES TUM, ExPhys I Uni Augsburg	01.07.2012	31.10.2015
448 ZN	Entwicklung einer über die LiGa-Technik integrierbaren Mikrobipolar-Elementeanordnung mit minimalem Edelmetalleinsatz zur vereinfachten Auslegung und Herstellung selbstatmender Brennstoffzellenstapel für portable Elektronikanwendungen	ZBT, FEM, IMT KIT	01.10.2012	31.03.2015
455 ZN	Verfahrensentwicklung eines variothermen Spritzgießprozesses zur Herstellung großdimensionierter Bipolarplatten für den Einsatz in reformatgespeisten Hochtemperatur PEM-Brennstoffzellen mit einer Nennleistung von mindestens 2 kW el. für KWK-Anwendungen	ZBT, IPE UDE	01.11.2012	30.04.2015
490 ZBG	Mikrosiebe mit hochselektiven S-Layern zur Rückgewinnung von strategisch relevanten Metallen	FhG UMSICHT, HZDR, IVUB Sondershausen	01.06.2013	31.08.2015
498 ZN	Kontinuierliches Fertigungskonzept zur Herstellung großflächiger Compound-Bipolarplatten	ZBT, DST UDE, IPE UDE	01.08.2013	31.07.2015
17185 N	Steigerung der Qualität von Reformat- und Rohbiogas durch CO_2-Abtrennung mittels Druckwasserwäsche in Membrankontaktoren	IUTA	01.09.2012	31.08.2015
17296 N	Ein neuartiges Stackkonzept für PEM-Brennstoffzellen zur Erhöhung der Leistungsdichte und zur Vereinfachung der kosteneffizienten Massenproduktion	ZBT	01.09.2012	31.12.2015
17360 BG	Entwicklung einer Hochtemperatur-PEM Brennstoffzelle mit keramischen Bipolarplatten auf Basis von Multilayerstrukturen	ZBT, FhG IKTS	01.09.2012	30.08.2015
17659 N	Experimentelle Untersuchung der Effizienz von RLT-Filtern als Grundlage für praxisorientierte Prüfmethoden sowie für die Weiterentwicklung der Filter durch Modellierung des Filtrationsverhaltens	IUTA, NPPT UDE	01.01.2013	30.06.2015
17660 N	Entwicklung eines Verfahrens zur Abscheidung von Nanopartikeln aus der Gasphasensynthese in Flüssigkeiten	IUTA	01.01.2013	30.09.2015
17850 N	Thermochemischer Wärmespeicher für Hochtemperaturanwendungen bis 550 °C	IUTA, MPI KF	01.07.2013	30.06.2015
17851 N	Quantifizierung kleiner Kohlenstoffdioxid-Konzentrationen in feuchten Gasen	IPC HHU, ZBT	01.01.2014	31.12.2015
17855 N	Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Erzeugung von Methan mit Strom aus regenerativen Quellen	FhG UMSICHT	01.08.2013	31.07.2015
17916 N	Potenziale, Erfolgsfaktoren und Entscheidungshilfen für den Einsatz von E-Mobility bei mittelständischen Logistikdienstleistern	BWL ULP TU München	01.11.2013	30.04.2015
17917 N	Untersuchung der Einflussgrößen auf die Messung der Partikelemission von Kleinfeuerungsanlagen	OWI, IOC HMGU, IUTA	01.01.2014	29.02.2016

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
17945	N	Ressourcenschonende Kleinserienproduktion durch Kunststoff-Laser-Sintern – Stabilisierung der Langzeiteigenschaften von Lasergesinterten Bauteilen	FT UDE, LKT FAU Nürnberg	01.11.2013	30.04.2016
17946	N	Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges zur dezentralen, solar unterstützten kombinierbaren Bereitstellung von Trinkwasser, Wärme, Kälte und Strom	IUTA, GFaI	01.01.2014	31.12.2015
17947	N	Maßnahmen zur Erhöhung der Lebensdauer von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen unter schadstoffbelasteter Luft	ZBT	01.01.2014	31.12.2015
17992	N	Entwicklung von Instrumenten zur Erarbeitung, Dokumentation und Umsetzung des produktlebenszyklusorientierten Carbon Accounting, Carbon Planning und Carbon Controlling (Carbon Management) in der Druckluftfilterbranche	IPRI, IUTA	01.12.2013	30.11.2015
18002	N	Entwicklung eines integrierten Sensorsystems, das mittels thermischem Messprinzip bei variablen Zusammensetzungen die Gasbeschaffenheit von Brenngasen bestimmt	ZBT, HSG IMIT, GWI	01.01.2014	30.06.2016
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	31.12.2015
18100	N	Entwicklung eines Kleingebläse mit veränderlichem Diffusor und angepasster, veränderlicher Spirale für Brennstoffzellensysteme	ZBT, TFD Uni Hannover	01.03.2014	29.02.2016
18182	N	Realisierung einer Beladungskontrolle von AMC-Filtern durch Entwicklung eines Detektionssystems auf Basis elektrochemisch aktiver Oberflächen – AMC-Control	FEM, IUTA	01.05.2014	31.10.2016
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	31.12.2016
18292	N	Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)	NPPT UDE, IUTA	01.08.2014	31.07.2016
18305	N	Entwicklung eines Kalttests zur leistungstechnischen Klassifizierung von PEM-Brennstoffzellen	ZBT	01.08.2014	31.07.2016
18314	N	Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel >= 5 nm	IUTA, NPPT UDE	01.10.2014	30.09.2016
18436	N	Erarbeitung von Handlungsanweisungen zum Design und zur Durchströmung von PEM-Brennstoffzellen für einen effektiven Wasseraustrag	ZBT	01.01.2015	30.06.2017
18437	BG	Entwicklung industrieller Beschichtungsverfahren für Li-Ionen-Batterien auf Basis umweltfreundlicher Bindersysteme	ZBT, FhG IKTS, ET UDE	01.01.2015	30.06.2017
18471	N	Entwicklung eines kompakten µDMFC-Moduls mit integrierter Stofftrennung	ZBT, IMVT KIT, Kautschuktechnologie	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	30.11.2016
18560	N	ECO_2 - Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung	FG Kalk, IUTA, icbm	01.01.2015	30.06.2017
18632	BG	Open Darkness - Dark Side of Open Innovation	WI Uni P, WiRecht U Paderborn, TIM RWTH Aachen	01.02.2015	31.01.2017

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
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
18743	BR	Hochselektive Adsorbentien 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 mikrofluidischen Messsystems für Stoffdaten zur Flüssig-flüssig-Extraktion	LTT RWTH Aachen, KeMikro RWTH	01.10.2015	31.03.2018
18849	N	Entwicklung eines Modells zur Positionsbestimmung und Beurteilung der Energie-, Material- und Personaleffizienz in produzierenden KMU sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz	BWL TU München	01.09.2015	28.02.2017
18861	N	Evaluation der Leistungsfähigkeit multidimensionaler Trenn- und Detektionstechniken auf Basis der zweidimensionalen Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie (TRENN-DEKT4)	IUTA, AAC UDE	01.10.2015	31.03.2018
18433	N	Entwicklung eines Konzepts für KMU zur Steigerung der Motivation und Qualitätsleistung des Produktionspersonals durch Integration einer Kombination von Spiel-, Wettbewerbs- und Gratifikationselementen	BWL TU München, LSO TU München	01.10.2015	31.03.2017
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

… anderer Forschungsvereinigungen mit Beteiligung des IUTA im Jahr 2015

AiF-Vorh.-Nr.		Titel/Thema	Forschungsstellen	Laufzeit Anfang	Ende
450	ZN Dechema	Entwicklung eines Chip basierten Systems zur schnellen Erfassung der funktionellen Aktivität von Proteinen und deren Regulierung	IUTA, WGA BV TUM, IAC Leipzig	01.12.2012	31.08.2015
17796	N Dechema	Energieefiziente trockene CO_2-Abtrennung aus Abgasen am Beispiel der Zementindustrie	IUTA, TCB BCI TU Dortmund, FIZ	01.12.2013	30.11.2015
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	31.01.2016

Institutskürzel	Name der Forschungsstelle
AAC UDE	Universität Duisburg-Essen, Applied Analytical Chemistry
AOC Uni P	Universität Potsdam, Institut für Chemie, Arbeitskreis Holdt
BWL TU München	Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
BWL ULP TU München	Technische Universität München, Forschungsinstitut Unternehmensführung, Logistik und Produktion
DST UDE	Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Physik, Dünnschichttechnologie
DTNW	Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V.

ES TUM	Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiesysteme
ET UDE	Universität Duisburg-Essen, Maschinenbau, Professur Energietechnik
ExPhys I Uni Augsburg	Universität Augsburg, Institut für Physik, Lehrstuhl für Experimentalphysik I
FEM	fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie
FG Kalk	Forschungsinstitut der Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e.V.
FhG IAP	Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
FhG IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
FhG IKTS	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologie und Systeme IKTS
FhG UMSICHT	Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik UMSICHT
FIZ	Forschungsinstitut der deutschen Zementindustrie
FT UDE	Universität-Duisburg-Essen, Fakultät Ingenieurwissenschaften, IPE - Fertigungstechnik
GFaI	Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.
GWI	Gaswärme-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
IAC Leipzig	Universität Duisburg-Essen, Instrumentelle Analytische Chemie
icbm	Institut für Chemie und Biologie des Meeres
IMS CHIPS	Institut für Mikroelektronik, Stuttgart
IMT KIT	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT)
IMVT KIT	Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Mikroverfahrenstechnik
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
IPE UDE	Universität Duisburg-Essen, Institut für Produkt Engineering, Rechnereinsatz in der Konstruktion
IPRI	IPRI – International Performance Research Institute gGmbH
IUTA	Institut für Energie- und Umwelttechnik 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 Mikrosystemen
LKT FAU Nürnberg	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Kunststofftechnik
LSO TU München	Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Organisation
LTT RWTH Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
LTV Uni Kaiserlautern	Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik
MPI KF	Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI), Mülheim
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 Prüftechnik
ProdWi BTU	Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Institut Werkstoffe und Produktionsforschung, Lehrstuhl für Produktionswirtschaft
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-Dynamik
TIM RWTH Aachen	RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement
TT Uni Bremen	Universität Bremen, Technische Thermodynamik
WGA BV TUM	Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft
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

4.8 Veranstaltungen

Landtagsdelegation informiert sich im IUTA

15.01.2015

Am 15. Januar 2015 haben die Landtagsabgeordneten Dr. Birgit Beisheim (GRÜNE), Rainer Bischoff (SPD), Holger Ellerbrock (FDP) und Dr. Gerd Hachen (CDU) das IUTA besucht. Sie informierten sich über die aktuellen Arbeiten, besichtigten Versuchsanlagen und das Recycling-Zentrum und diskutierten mit dem Vorstand über die zukünftige Entwicklung des Instituts. Dabei wurde auch ausführlich über die Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft gesprochen, in der das IUTA Gründungsmitglied ist.

IUTA auf der Filtech in Köln

24. – 26.02.2015

Vom 24. bis 26. Februar 2015 fand erstmals in Köln die internationale Filtrationsmesse Filtech statt. Wie bereits im letzten Jahr in Wiesbaden war das IUTA auch dieses Mal wieder mit einem Stand vertreten. Hierin präsentierten die Bereiche *Luftreinhaltung & Filtration* und *Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie* sowie die *Messstelle* ihr vielfältiges Angebot im Bereich der Filtration von Raumluft, Druckluft, Prozessgasen sowie von Wasser. Der IUTA-Stand weckte reges Interesse und bot die Möglichkeit, mit bestehenden und neuen Kunden und Projektpartnern ins Gespräch zu kommen.

Girls'Day 2015 im IUTA

23.04.2015

Seit mehr als einem Jahrzehnt öffnet IUTA bereits seine Pforten, um Mädchen einen Praxiseinblick in naturwissenschaftliche und technische Berufe der Umwelttechnologie und deren angrenzende Tätigkeitsfelder zu ermöglichen. Am 23. April 2015 bot IUTA einen „Praxisorientierten Workshop" in unterschiedlichen Bereichen des Instituts an.

Im Bereich *Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie* konnten die Schülerinnen erfahren, wie Wasser z. B. in Schwimmbädern zur Nutzung aufbereitet wird. Hierzu lernten sie im Technikum die Wirkungsweise des Umkehrosmoseprinzips kennen und überprüften an einer 4-Zoll-Anlage die Betriebsparameter anhand von unterschiedlichen physikalischen Messungen.

Bild 4-1: Probenahme an dem Auslass einer Umkehrosmoseanlage

Um Einflüsse auf die in den Anlagen verwendeten Membranen zu verdeutlichen, wurden ein Umkehrosmosemembranelement visuell untersucht und unterschiedliche Auswirkungen erläutert.

Bild 4-2: bei der visuellen Untersuchung eines Umkehrosmosemembranelements

Weiterführende Untersuchungen der Membranen wurden im Bereich *Messstelle* durchgeführt. Dort erhielten die Schülerinnen einen Einblick in den „Mikrokosmos" der Oberflä-

chenstrukturen der Membranen. Mit dem Rasterelektronenmikroskop konnten die Mädchen deren Beschaffenheit sichtbar machen und über eine sog. Hotspotanalyse die elementare Zusammensetzung von ausgewählten Bereichen qualitativ bestimmen.

Bild 4-3: Vor dem Rasterelektronenmikroskop

Um eine Vorstellung von den Arbeitsfeldern von Ingenieurinnen, z. B. der Verfahrenstechnik, zu verdeutlichen, bekamen die Schülerinnen im IUTA-eigenen Entsorgungsfachbetrieb des Bereichs *Recycling und Entsorgung* Gelegenheit, die Problematik der Elektroschrottaufarbeitung zu verstehen.

Bild 4-4: Bei der Zerlegung von Computern

Hierzu zerlegten sie ausgediente Computer und lernten so Details über die Wertstoffe kennen, die in diesen Geräten vorhanden sind und auf welche Art und Weise diese zurückgewonnen werden können. Weiterhin wurden sie mit den in solchen Geräten befindlichen Schadstoffen, deren Gefahren für Umwelt und Gesundheit sowie geeigneten Schutzmaßnahmen und -vorrichtungen vertraut gemacht.

Einen Einblick in Metall verarbeitende Berufe erhielten die Mädchen in der mechanischen Werkstatt des Bereichs *Recycling und Entsorgung*. Dort hatten sie die Gelegenheit, ein Elektroschweißgerät zu bedienen und ein Andenken in Form eines „Metallmännchens“ herzustellen.

Bild 4-5: Vorbereitung zum Schweißen

Besuch von der Seoul National University

06.05.2015

Am 6. Mai 2015 besuchte Prof. Dr. Mansoo Choi, Direktor des Global Frontier Center for Multiscale Energy Systems, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University (Korea) das IUTA. Der Besuch fand im Anschluss an seinen Vortrag an der Universität Duisburg-Essen im Rahmen des CENIDE Science Talk zum Thema: “Three Dimensional Assembly of Nanoparticles via Aerosol Route“ statt. Prof. Choi informierte sich über die aktuellen Forschungsaktivitäten des IUTA, insbesondere auf dem Gebiet der Nanomaterialsynthese, der Aktivitäten im Zentrum für Filtrationsforschung und funktionalisierte Oberflächen (ZF^3) sowie der Bewertung der Nachhaltigkeit

der Nanotechnologie. Es wurden Möglichkeiten weiterer Kooperationen diskutiert.

BMWi-Innovationstag: IUTA zeigte Exponate und Poster aus drei Themenbereichen

11.06.2015

Am 11. Juni 2015 lud das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zu seinem 22. Innovationstag über 300 Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen nach Berlin-Pankow ein, repräsentative Ergebnisse und Produkte aus Forschungsvorhaben vorzustellen, die im Rahmen der Förderprogramme ZIM und IGF entstanden sind. Das IUTA war mit drei solchen Projekten aus den Themenbereichen der Analytik, der adsorptiven Gasaufbereitung und der energieeffizienten Prozesskopplung vertreten. Die Ergebnisse zweier ZIM-Projekte sowie eines IGF-Forschungsvorhabens weckten bei den Besuchern aus Politik, Forschung und Wirtschaft großes Interesse und führten zu intensiven Diskussionen.

Resource Recovery – Gäste aus Afrika zu Besuch im IUTA

25.09.2015

Am Freitag, den 25.09.2015, war eine Delegation von Wirtschafts- und Regierungsvertretern aus Afrika zu Besuch im IUTA. Wie bereits im Vorjahr sind elf Frauen und Männer aus Ghana und Kenia im Rahmen des Programmes „Resource Recovery – Made in NRW“ der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) mehrere Wochen in NRW unterwegs, um sich über Recyclingtechnologien zu informieren. Neben Fragen zur aktuellen Gesetzgebung wurden verschiedene technische Aufbereitungsmöglichkeiten von Elektroaltgeräten erläutert und diskutiert. Anschließend konnten sich die Teilnehmer in einem Workshop selber von den Vor- und Nachteilen der manuellen und der automatischen Zerlegung und Sortierung überzeugen.

1. IUTA-AnalytikTag

04.11.2015

Im November 2015 wurde zum ersten Mal der IUTA-AnalytikTag durchgeführt, an dem mehr als 90 Gäste aus Wirtschaft und Wissenschaft teilnahmen. Die Veranstaltung widmete sich schwerpunktmäßig dem Themenkomplex der multidimensionalen Trenntechnik auf Basis der Flüssigkeitschromatografie. Dies schließt auch aktuelle Entwicklungen im Bereich der Detektionstechnik, wie z. B. der Ionenmobilitätsspektrometrie und der hochauflösenden Massenspektrometrie, ein. Parallel zur Vortragsveranstaltung mit Workshopcharakter konnten sich die Teilnehmer im Rahmen einer Ausstellung über die aktuelle Generation von Analysengeräten informieren. Unternehmen aus dem Bereich der Analysentechnik wurde die Möglichkeit gegeben, ihre Produkte sowohl anhand eines Kurzvortrags als auch über die direkte Präsentation an einem Ausstellungsstand vorzustellen.

7. IUTA-FiltrationsTag

05.11.2015

Am 05. November 2015 fand im IUTA der mittlerweile siebte FiltrationsTag statt, an dem sich über hundert Gäste aus Industrie und Forschung beteiligten. Drei Hauptthemenblöcke gab es in diesem Jahr: Reinräume, Partikelmessung und Filtration unter extremen Bedingungen sowie Modellierung und Simulation. Renommierte Gastredner gaben spannende Einblicke in ihre Fachgebiete. Die jeweiligen Sessions wurden durch Vorträge zu entsprechenden Arbeiten des IUTA abgerundet. Auch in diesem Jahr nutzten die Teilnehmer die Gelegenheiten zum Netzwerken und zum gegenseitigen Informationsaustausch.

Die Veranstaltung wurde durch eine Ausstellung der Firmen begleitet, in der sich die Gäste über aktuelle industrielle Entwicklungen in den Bereichen der Filtration, Adsorption, Raumluftreinigung und Messtechnik informieren konnten.

IUTA-Seminar

Im IUTA-Seminar werden Abschlussarbeiten zu Bachelor- oder Master-Studiengängen vorgestellt und Doktoranden präsentieren die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten vor einem breiteren Fachpublikum. Die anschließende kritische Diskussion bildet eine weitere Herausforderung. Im Jahr 2015 wurden 15 Vorträge aus den Bereichen des IUTA und des Lehrstuhls für Thermische Verfahrenstechnik (Prof. Bathen) der Universität Duisburg-Essen gehalten.

Wissenschaftlicher Beirat

In zwei Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats am 3. März und am 8. September 2015 wurden insgesamt 23 Forschungsanträge, die im Rahmen der Gemeinschaftsforschung IGF bei der AiF gestellt wurden, vor der Einreichung diskutiert, bewertet und Vorschläge zur Antragsverbesserung gegeben. Im Wissenschaftlichen Beirat engagieren sich 60 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft. Im Jahr 2015 wurden über die Industrielle Gemeinschaftsforschung IGF-Fördermittel des BMWi in Höhe von 5,7 Mio. Euro über die AiF abgerufen (siehe Kap. 3.11).

IUTA-Veranstaltungskalender 2015

15. Januar	Besuch von Abgeordneten des Landtags NRW	IUTA, Duisburg
2. – 3. Februar	Workshop on Particulate Contaminations in EUVL Systems	ASML, Niederlande
24. – 26. Februar	Messestand auf der FILTECH	Köln
3. März	Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
6. – 7. März	Praxisseminar: Sicherheitstraining Zytostatika	Berner International GmbH, Hamburg
20. – 21. März	Praxisseminar: GMP-gerechte Herstellung von nicht toxischen Parenteralia	Berner International GmbH, Hamburg
27. März	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 450 ZN: „Entwicklung eines Chip-basierten Systems zur schnellen Erfassung der funktionellen Aktivität von Proteinen und deren Regulierung“	TUM, München
31. März	Sitzung des VDI-Ausschusses „Reinraumtechnik“	IUTA, Duisburg
15. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18033 BG: „Entwicklung und Charakterisierung neuer sensitiver polymerer Trenn- und Sorptionsphasen“	Fraunhofer IAP, Potsdam
15. April	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17796 N: „Energieeffiziente trockene CO_2-Abtrennung aus Abgasen am Beispiel der Zementindustrie“	TU Dortmund
23. April	Girls’Day	IUTA, Duisburg
5. Mai	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17946 N: „Entwicklung eines Auslegungswerkzeuges zur dezentralen, solar unterstützten, kombinierbaren Bereitstellung von Trinkwasser, Wärme, Kälte und Strom“	IUTA, Duisburg
7. Mai	Fortbildungsveranstaltung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika im Pflegebereich“	IUTA, Duisburg
7. – 8. Mai	Fortbildungsveranstaltung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika“ – Apothekenveranstaltung	IUTA, Duisburg

19. Mai	AiF-Brennstoffzellenallianz (Veranstalter: IUTA, ZBT)	ZBT, Duisburg
6. Mai	Besuch einer hochrangigen Forscher-Delegation unter der Leitung von Prof. Mansoo Choi der Seoul National University	IUTA, Duisburg
19. – 20. Mai	LC-MS Kopplung	Klinkner & Partner GmbH, Potsdam
11. Juni	Innovationstag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi): Messestand des IUTA	Berlin
11. Juni	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
22. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18298: „Verfahrenstechnische Optimierung der sprayflammen-gestützten Partikelsynthese zur Herstellung von nanoskaligem Eisenoxid mittels in-situ Laserdiagnostik“	IUTA, Duisburg
24. Juni	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17850 N: „Thermochemischer Wärmespeicher auf Basis von Mg_2FeH_6 für Temperaturen bis 550 °C“	IUTA, Duisburg
26. – 27. Juni	Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika	Berner International GmbH, Hamburg
2. Juli	Sitzung des VDI/KRdL-Ausschusses: „Messung der Partikelanzahlkonzentration in der Außenluft“	IUTA, Duisburg
14. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17992 N: „Entwicklung von Instrumenten zur Erarbeitung, Dokumentation und Umsetzung des produktlebenszyklusorientierten Carbon Accounting, Carbon Planning und Carbon Controlling (Carbon Management) in der Druckluftfilterbranche“	IUTA, Duisburg
29. Juli	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18515 BG:„Entwicklung eines energieeffizienten Verfahrens zur katalytischen Niedertemperatur-Entfernung von NO_x aus industriellen Abgasen“	Universität Leipzig
20. August	Besuch von Heike Gebhard (MdL – NRW) zum Thema Luftqualität in Innenräumen	IUTA, Duisburg
3. – 4. September	Fortbildungsveranstaltung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika“– Apothekenveranstaltung	IUTA, Duisburg
4. September	Fortbildungsveranstaltung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika im Pflegebereich“	IUTA, Duisburg
8. September	Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
10. September	Pressekonferenz in Zusammenarbeit mit der GFI (Gesellschaft für Innenraumhygiene) zum Thema: Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Neu entwickelte Raumluftfiltrationsgeräte im praktischen Einsatz in Duisburger Schulen“	IUTA, Duisburg
25. September	Besuch einer Delegation von Wirtschafts- und Regierungsvertretern aus Ghana und Kenia im Rahmen des Programms „Resource Recovery – Made in NRW“	IUTA, Duisburg
27. Oktober	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18560 N: „ECO_2– Entwicklung des Kalksteinmehl-CO_2-Waschverfahrens, Praxisoptimierung und ökologische Bewertung“	FG Kalk und Mörtel, Limburg
4. November	Erster IUTA-AnalytikTag: „Multidimensionale Trenn- und Detektions-Verfahren auf Basis der Flüssigkeitschromatografie, Ionenmobilitätsspektrometrie und Massenspektrometrie“	IUTA, Duisburg
5. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18292: „Die Effizienz von Luftfiltern bei hohen relativen Feuchten und bei Beaufschlagung mit Wassertröpfchen (Hauptanwendungsbereich Gasturbinen)“	IUTA, Duisburg
5. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18516: „Evaluierung und Optimierung praxisorientierter Prüfprozeduren für adsorptive Filtermedien und Einrichtungen zur Reinigung der Gasphase für die allgemeine Raumlüftung“	IUTA, Duisburg
5. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 18314: „Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Abscheidung luftgetragener nanoskaliger Partikel >= 5 nm“	IUTA, Duisburg

5. November	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17992 N: „Entwicklung von Instrumenten zur Erarbeitung, Dokumentation und Umsetzung des produktlebenszyklusorientierten Carbon Accounting, Carbon Planning und Carbon Controlling (Carbon Management) in der Druckluftfilterbranche“	IUTA, Duisburg
5. November	7. IUTA-FiltrationsTag	IUTA, Duisburg
6. November	Sitzung des Verwaltungsrats des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
6. November	Mitgliederversammlung des Fördervereins des IUTA e. V.	IUTA, Duisburg
7. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17850 N: „Thermochemischer Wärmespeicher auf Basis von Mg_2FeH_6 für Temperaturen bis 550 °C“	MPI für Kohlen-forschung, Mülheim a. d. Ruhr
14. Dezember	Industrieausschuss IGF-Vorhaben 17660: „Verfahren zur Abscheidung von Nano-partikeln aus der Gasphasensynthese in Flüssigkeiten“	IUTA, Duisburg
17. – 18. November	Workshop on Particulate Contaminations in EUVL Systems	ASML, Niederlande
27. – 28. November	Praxisseminar Sicherheitstraining Zytostatika	Berner International GmbH, Hamburg

4.9 Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen

Prof. Dr.-Ing. D. Bathen

Vorstandsvorsitzender der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft
Vorsitzender des ProcessNet-Fachausschusses „Adsorption“ (DECHEMA/VDI-GVC)
Obmann der VDI-Richtlinie 3674 „Abgasreinigung durch Adsorption“
Obmann VDI-Richtlinie 3928 „Abgasreinigung durch Chemisorption“
Berufenes Mitglied im Fachbeirat 1 der Kommission Reinhaltung der Luft (VDI-KRdL)
Gutachter bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)
Gutachter für diverse Forschungsförderer und Fachzeitschriften
Mitglied in diversen Programmkommitees/ 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 Kühlgerätecyclinganlagen – 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

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

Gutachter bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)
Gutachter für die Shota Rustaveli National Science Foundation, Tiflis, Georgien

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 Working Group Instrumentation der European Aerosol Assembly
Editor der Fachzeitschrift “Aerosol & Air Quality Research”
Editorial Board Member der Fachzeitschrift „Journal of Aerosol Science“
Scientific Committee Member der Fachkonferenz „4rd Workplace and Indoor Aerosol Conference“ in Barcelona, Spanien
Scientific Committee Member der Fachkonferenz „nanoSafe“ in Grenoble, Frankreich
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
Generalsekretär und Vorstandsmitglied der Gesellschaft für Aerosolforschung (GAeF)
Gutachter für die Canada Foundation for Innovation
Gutachter für die Alexander-von-Humboldt-Stiftung
Program Committee Member der European Aerosol Conference 2016, Tours

Dr.-Ing. E. Erich

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

Prof. Dr. rer. nat. T. A. J. Kuhlbusch

Mitglied des Beirates des KRdL im VDI/DIN
Vorsitzender des Fachbereiches IV „Umweltmesstechnik“ des KRdL im VDI/DIN
Leiter der deutschen Delegation CEN/TC264
Mitglied im Richtlinienverabschiedungsausschuss (RVA) der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN (KRdL)
Vorsitzender des European Committee for Standardization (CEN) CEN/TC 264/WG 35, Chair “Determination of airborne EC and OC”
Mitglied in der Arbeitsgruppe „Messen von Partikeln in der Außenluft und Spiegelgremium zu CEN/TC 264/WG 35 /OC in PM“ im VDI und DIN (KRdL)
Berufenes Mitglied im ProcessNet-Arbeitskreis „Aerosole“ (DECHEMA)
Deutscher Repräsentant im Verwaltungsausschuss COST Aktion TD1105 „European Network on New Sensing Technologies for Air-Pollution Control and Environmental Sustainability – EuNetAir“
Mitglied im EU Nanosafety-Cluster
US-EU Community of Research (CoR), Co-Chair of exposure to nanomaterials
Mitglied der DECHEMA/VCI-Arbeitskreis „Responsible Production and Use of Nanomaterials“
Berufenes Mitglied der deutschen Delegation im OECD-WPMN-Programm
Externer Beirat des BMU/BAuA/BASF-Langzeitforschungsprojektes zur Sicherheit von Nanomaterialien (NanoInVivo)
Advisory Board des Helmholtz-Virtual Institute of Complex Molecular Systems in the Environment (HICE)

Dr. rer. nat. T. Teutenberg

Mitglied des Scientific Committee der Novia GmbH

Dr. rer. nat. J. Türk

Mitglied der DWA Arbeitsgruppe IG-2.33 „Abwasser aus Laboreinrichtungen“
Mitglied im DIN Arbeitskreis NA 119-01-03-05-09 „Hormonelle Wirkungen (Xenohormone)“
Mitglied im Fachausschuss „Oxidative Verfahren“, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh)
Mitglied im Fachausschuss „Non Target Screening“, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh)

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“

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 oft the European Committee for Standardization (CEN) CENT/TC264/WG 35

Dr. rer. nat. T. Kiffmeyer

Mitglied im DIN-Arbeitskreis 12980 „Laboreinrichtungen – Zytostatika-Werkbänke – Anforderungen, Prüfungen“
Berufenes Mitglied im VDI-Fachausschuss „Green Hospital“
Berufenes Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des NZW Dresden

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“

Dipl.-Ing. L. Nellesen

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

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/WG 35 EC/OC in PM”
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”

Dipl.-Ing. M. Vogt

Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW, Cluster EnergieRegion.NRW
Netzwerk Biomasse NRW, Energie-Agentur.NRW
Mitglied der Expertengruppe Power-to-Gas des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW
COORETEC Arbeitsgruppen „Effiziente Gas-, Kombi- und Dampfkraftwerke“ sowie „CO_2-Abtrennung und Transport“

4.10 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 Boehringer,
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

Dr. Gerd Mützenich,
Grevenbroich

Prof. Dr.-Ing. Bernd Neukirchen,
Essen

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

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

Dipl.-Ing. Georg Schürmann,
Coesfeld

Karl Schultheis,
Mitglied des Landtags NRW

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

Dr. Jürgen Timmler,
Parker Hannifin GmbH, Essen

4.11 Mitglieder des IUTA e. V.

Juristische Mitglieder:

AAF Lufttechnik GmbH, Oberhausen

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

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, Kerken

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

Dr.-Ing. Stefan Haep, Dinslaken

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, 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. H. K. von Unger, Duisburg

Dr.-Ing. Ragnar Warnecke, Prosselsheim

Prof. Dr. G. Zimmer, Duisburg

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 e. V., 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

HIAT gGmbH, Schwerin

Dr. rer. nat. Günther Holtmeyer, Oberhausen

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH, Dresden

Institut für Physikalische Chemie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

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

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, Department Chemie

Universität Paderborn, Lehrstuhl für Wirtschaftsrecht

Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Governments

Universität Siegen, Lehrstuhl für Energie- und Umweltverfahrenstechnik, Siegen

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

4.12 Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirates des IUTA e. V.

Vorsitzender

Dipl.-Ing. Heinrich Kohl, COFELY Deutschland GmbH, Bochum

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, DRW Armaturentechnik GmbH, Dortmund

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

Dr. Stefan Engel, BASF Ludwigshafen

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

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 e. V., Leipzig

Prof. Dr. Michael C. Hadamitzky, Hochschule Konstanz

Dr. Michael Harenbrock, Mann+Hummel GmbH, Ludwigsburg

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, 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

Dipl.-Ing. Heinrich Kohl, COFELY Deutschland GmbH, Bochum

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, E.ON Innovation Center CCS, Gelsenkirchen

Dr.-Ing. Hans Roth, Duisburg

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

Dipl.-Ing. Manfred Sauer-Kunze, GEA Delbag Lufttechnik 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, Hochschule Niederrhein, Krefeld

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

Harald Weiten, Weiten Industrie-Service GmbH & Co. KG, Korschenbroich

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

4.13 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

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

AAF Lufttechnik GmbH, Oberhausen

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

TSI GmbH, Aachen

Universität Duisburg-Essen

Verein zur Förderung des ZBT, Duisburg

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik ZBT GmbH, Duisburg

4.14 Kompetenzen der Bereiche – expertise of departments

Bereich: **Luftreinhaltung & Prozessaerosole**

Department: **Air Quality & Process Aerosols**

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

Gasreinigung hinter Verbrennungsprozessen

Aerosolbildung und Abscheidung in der Abgasreinigung,
Quecksilberabscheidung aus Abgasen
Vermessung von Wäschereinbauten im Technikumsmaßstab, z. B. Tropfenabscheider,
Komponentenoptimierung, z. B. Nasselektrofilter,
Konzeptanalysen und Gutachtenerstellung

Flue gas cleaning technologies

Aerosol formation and separation in flue gas cleaning systems,
mercury removal from flue gas,
determination of scrubber internals in pilot plant scale, e. g. demister for droplet separation,
optimization of unit operations, e. g. wet electrostatic precipitator,
evaluation of gas cleaning plants and expertises

Ansprechpartner/Contact person:

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

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 Adsorbentien

Mass flow treatment by Adsorption

Separation processes for solutants from liquid and gaseous process streams by adsorption,
Removal of toxic substances (e. g. mercury) 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 Schadstoff-Belastungen 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)
opiolka@iuta.de

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

Numerische Mehrphasen-Strömungssimulation

Simulation (in-)stationärer Strömungsvorgänge, Modellierung der Partikeldynamik nach Lagrange und Euler (Diffusion, Impaktion, Thermo- und Elektrophorese, Koagulation, Nukleation, Kondensation), Mehrphasensimulation von Wärme- und Stofftransport auch mit 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 Engelke (-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

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

Ausbreitungsrechnungen

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

Dispersion modeling

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

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

Rationelle Energienutzung

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

Energy efficiency

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Optimierung von CCS

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

Optimization of CCS

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

Ansprechpartner/Contact person:

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

Bereich: **Luftreinhaltung & Filtration**

Department: **Air Quality & Filtration**

Bereichsleitung/unit head: Dr.-Ing. Christof Asbach (-409), asbach@iuta.de

Kfz-Innenraum Filterprüfung	**Filter testing**	**Ansprechpartner/Contact person:**
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 %	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 %	Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404) daeuber@iuta.de David Habryka (-408) habryka@iuta.de
Filtertests für die Druckluftreinigung	**Filtertests for compressed air cleaning**	**Ansprechpartner/Contact person:**
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	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	Dr.-Ing. Wolfgang Mölter-Siemens (-400), moelter@iuta.de
Filtertests für die allgemeine Raumlufttechnik	**Testing of air filters for general ventilation**	**Ansprechpartner/Contact person:**
DIN EN 779: Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik (Bestimmung der Filtrationseigenschaften), Bestimmung des Abscheidegrades bei hohen Feuchten, Messung der Partikelabscheidung aus Dieselabgasaerosolen	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	Dipl.-Ing. Jörg Lindermann (-405) lindermann@iuta.de Dipl.-Ing. Eckhard Däuber (-404) daeuber@iuta.de
Test von Geruchsfiltern (Olfaktometrie)	**Test of odour-filters (Olfactometry)**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Dieselabgastest (Geruchs-minderung durch Filtersysteme), Standardverfahren zur Geruchsabscheidung an Dünnschichtfiltern, Simultanmessung zur Geruchs- und Partikelabscheidung von Dieselabgasaerosolen	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	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 Materialbewertung, 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 (-209) asbach@iuta.de

Prüfung von Anlagen zur Luftreinigung und Filtration	**Testing of air conditioning/ filtration facilities**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Partikelabscheidung durch z. B. 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 Adsorptionskinetik mit der Strömungsmethode, Aufnahme von Durchbruchskurven, zyklische Ad- und Desorptionsprozesse, Mehrkomponentenadsorption	Adsorption equilibrium and kinetics by fixed bed method, determination of breakthrough curves, cyclic ad- and desorption processes, multicomponent adsorption	Dr.-Ing. Uta Sager (-402) sager@iuta.de
Entfernung von hochtoxischen Komponenten aus Gasen	Removal of toxic components from gas flows	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de
Bewertung von Raumluftreinigern	**Evaluation of Indoor Air Purifiers**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Effizienz von Raumluftreinigern gemäß verschiedener internationaler Normen, z. B. DIN 44973-100, GB/T 18801-2008 oder GB/T 18801-2015 (China), Bestimmung der Clean Air Delivery Rate (CADR) für Partikel und Gase Bestimmung der Effizienz von Raumluftreinigerfiltern für Nanopartikel ≤20 nm, Definierte Alterung von Raumluftreinigerfiltern mit Zigarettenrauch	Determination of indoor air purifiersefficiency 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 Einzelpartikelladungen, Konzeptionierung von Ionenaufladern/Koronaentladung Messung von Anzahlgrößenverteilungen vom unteren Nano- bis in den Mikrometerbereich, Oberflächenmessung, Bestimmung der Massenkonzentrationen	Generation and characterisation of aerosols, electrostatic charging/ neutralisation of particles, bipolar chargers, measurement of charge distributions and of single particle charge, development of ion charger/Corona discharge Measurement of particle number size distributions from the lower nano- to the micrometer size range, Measurement of surface area and mass concentration	Dr.-Ing. Christof Asbach (-409) asbach@iuta.de Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188) todea@iuta.de
Modellierung	**Modeling**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Partikeldynamik und –deposition in Koaleszenzfiltern, dynamische Adsorptionsprozesse in Festbetten	Particle dynamics and deposition in coalescence filters, dynamic adsorption processes in fixed beds	Dr. rer. nat. Stefan Schumacher (-407), schumacher@iuta.de
Gasanalytik	**Analysis of gases**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Bestimmung gasförmiger Substanzen im unteren ppb-Bereich mittels Online-Massenspektrometer PTR-MSGas	Determination of gaseous components in the lower ppb-range via online mass spectrometry PTR-MS	Dipl.-Chem. Hartmut Finger (-410) finger@iuta.de Chem. Tech. Ute Schneiderwind (-406), schneiderwind@iuta.de
Nanofiltration	**Nanofiltration**	**Ansprechpartner/Contact person:**
Untersuchung der Abscheidung nanoskaliger Partikel (> 3 nm) an verschiedensten Filtern	Determination of the collection efficiency for nanoscale particles (> 3 nm) for a large variety of filters	Dr. rer. nat. Ana Maria Todea (-188) todea@iuta.de

Bereich: **Luftreinhaltung & Nanotechnologie**

Department: **Air Quality & Nanotechnology**

Bereichsleitung/unit head: Prof. Dr. Thomas. A. J. Kuhlbusch (-267), tky@iuta.de

Luftqualität Emissionen und Immissionen

Sonderemissions- und Immissionsmessungen, Diffuse Quellen, Maßnahmenplanung und -evaluierung

Air quality, emission, ambient and indoor air

Specialized emission, ambient and indoor air measurements, abatement strategy planning and evaluation

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Heinz Kaminski (-105) kaminski@iuta.de

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Kuhlbusch (-267), tky@iuta.de

Luftqualität, Exposition und Gesundheit

Messen von Partikeleigenschaften, z. B. Massen-, Oberflächen- und Anzahlkonzentrationen sowie deren Größenverteilungen, Bewertungen der Exposition und Gesundheitsgefährdung (in Zusammenarbeit mit Epidemiologen und Toxikologen)

Air quality, exposure and health

Measurement of particle properties, including mass, surface area and number concentrations, size distributions in ambient and indoor air, and emission; diffusive emission; exposure assessment and adverse health effect investigations (in collaboration with epidemiologists and toxicologists)

Ansprechpartner/Contact person:

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

Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-188), hellack@iuta.de

Quellenidentifizierung und atmosphärische Prozesse

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

Source apportionment and atmospheric processes

Upwind/downwind measurement, backward-trajectories, 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. Ulrich Quass (-214) quass@iuta.de

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Kuhlbusch (-267), tky@iuta.de

Partikelmesstechnik

Entwicklung von Impaktoren für Emission und Immission, personengebundenen, Messgeräten, Expositionsmessgeräten, Submikron-Partikeldepositionssensor, Messtechnik für Kohlenstoff- Nanoröhrchen (CNT)

Particle measurement technology

Development of impactors for emission and immission control, personal samplers, exposure meters, submicron particle deposition sensor, measurement technology for Carbon Nanotubes (CNTs)

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Heinz Kaminski (-105) kaminski@iuta.de

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Kuhlbusch (-267), tky@iuta.de

Chemische und physikalische Charakterisierung

Chemisch: Anorganische und organische Inhaltsstoffe, Einzel- und Bulkanalysen, physikalisch: Anzahlgrößenverteilung (SMPS; FMPS; APS, REM), Partikelmassenkonzentration diskontinuierlich (Filtersammler) und kontinuierlich (TEOM), Anzahlkonzentration (CPC), Rußkonzentration (Aethalometer, thermo-optisch), lungendeponierbare Oberflächenkonzentration (NSAM), oxidatives Potential

Chemical and physical characterisation

Chemical: organic and inorganic analysis
Physical: number size distribution (SMPS™, FMPS™, APS, SEM) mass concentrations, discontinuous (filter sampler) and continuous (TEOM), number concentration (CPC), soot concentration (aethalometer, thermal-optical); lung deposition surface area concentration (NSAM), oxidative potential

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Heinz Kaminski (-105) kaminski@iuta.de

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

Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-188) hellack@iuta.de

Nachhaltige Nanotechnologie

Bestimmung der Emissionen und Immissionen; Wirkung von Nanopartikeln auf Mensch und Umwelt, Produktanalysen und Safer-by-Design, Lebenszyklusanalyse von Nanomaterialien

Sustainable nanotechnology

Measurement of emission and ambient air; effect of nanoparticles on human beings and environment, product analysis and safer-by-design, life cycle analysis of nanomaterials

Ansprechpartner/Contact person:

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

Dr. rer. nat. Bryan Hellack (-188) hellack@iuta.de

Arbeitsplatzexposition und – sicherheit: Fokus Partikel

Freisetzung von Nanoobjekten aus Nanomaterialien entlang des Lebenszyklus, Bestimmung, luftgetragener Nanopartikelkonzentrationen, personenbezogene Messungen, Agglomeratstabilitäten, Partikeloberflächenkonzentrationen, Expositionsbeurteilungen, Hygroskopizitätsuntersuchungen

Workplace exposures and safety: focus on particles

Nanoparticle release from nanomaterials throughout the life cycle, Measurement of airborne Nanoparticle concentrations, personal measurement; Stability of agglomerates, particle surface area concentrations, exposure assessment, hygroscopicity study

Ansprechpartner/Contact person:

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

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Kuhlbusch (-267), tky@iuta.de

Nano- und Mikropartikel in der Umwelt

Charakterisierung und Quantifizierung von Nano- und Mikropartikeln in allen Umweltkompartimenten, Transport, Transformation und Exposition von Nanoobjekten entlang des Lebenszyklus

Nano- and micro particles in the environment

Characterization and quantification of nano and micro particles in all environmental compartments, transport and transformation, exposure. Measurement and modeling of transformation and transport of nanoobjects

Ansprechpartner/Contact person:

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

Prof. Dr. rer. nat. Thomas Kuhlbusch (-267), tky@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 Haushaltschemikalien (PPCPs), Industriechemikalien, endokrin wirksamen Chemikalien (EDCs), persistenten organischen Verunreinigungen (POPs), Metaboliten, Transformations- und Oxidationsnebenprodukten mittels instrumenteller Analytik (GC-MS und LC-MS). Wirkungsbezogene Analytik mit biologischen Testverfahren zur Bestimmung von Östrogenität, Androgenität, Toxizität und mikrobiologischer Hemmung.
Untersuchungen zum Eintrag, Vorkommen und Verhalten von Spurenstoffen in der Umwelt (Luft, Boden, Gülle, Schlamm, Wasser etc.)

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 microbiological test methods
Occurrence and fate of micropollutants in the environment (air, liquid manure, sludge, soil, water etc.)

Ansprechpartner/Contact person:

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

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

Arbeitsschutzrelevante Schadstoffe

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

Dr. rer. nat. Thekla Kiffmeyer (-159) kiffmeyer@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

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 photo-catalytic active materials

Ansprechpartner/Contact person:

Dr. rer. nat. Thekla Kiffmeyer (-159)
kiffmeyer@iuta.de

PharmaMonitor
Analysis-Cleaning

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

PharmaMonitor
Analysis-Cleaning

Analysis of cmr-compounds according the German GefStoffV, cytostatic drugs, antibiotics, immunosuppressants, hormones etc, environmental and biomonitoring for pharmacies, ambulances, home care, hospitals and pharmaceutical industry, single compound analysis, multi compound analysis (e. g. MEWIP- and ESOP-study), platinum species analysis, validation of cleaning procedures, decontamination, outside contamination of vials

Ansprechpartner/Contact person:

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

M. Sc. Claudia vom Eyser (-190)
vomEyser@iuta.de

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

Dr. rer. nat. Thekla Kiffmeyer (-159)
kiffmeyer@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 Gewinnung von Metallen aus Abfallströmen, Eintrag von Metallen in die Umwelt Gutachten und Analysen zu: Abfall- und Umweltmanagement, Biomasseverwertung, Altlastensanierung	**Research and development services, surveys, expertises, contract research** Recovery of metals from liquid waste, mission oriented research on entry of metals into the environment, surveys on waste- and environmental management, energy recovery of biomass, cleanup operation	**Ansprechpartner/Contact person:** 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: **Nanomaterial-Synthese & -Prozesstechnik**

Department: **Nanoparticle Synthesis & Processing Technology**

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

Betrieb und Optimierung von drei Reaktoren im Technikums-Maßstab für die Produktion von hochspezifischen Nanopartikeln für verschiedene Anwendungen

Synthesis of highly specific nanoparticles

Operation and optimization of three reactors (pilot plant scale) for production of highly specific nanoparticles for various applications

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302)
huelser@iuta.de

Dr.-Ing. Sophie M. Schnurre (-302)
schnurre@iuta.de

Nanopartikel-Prozesstechnik

Funktionalisierung,
Abscheidung aus der Gasphase,
Dispergierung von hochspezifischen Nanopartikeln

Nanoparticle process technology

Functionalization,
deposition from the gas phase,
dispersion of highly specific nanoparticles

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302)
huelser@iuta.de

Prozessbegleitende Analyse-Methoden

In-situ Laserdiagnostik im Bereich der Partikelerzeugung,
Online-Atmosphärendruck-Partikel-Massenspektrometer,
Gasphasenanalyse (GC/MS, QMS),
Aggregatgrößenbestimmung (DLS),
Oberflächenanalyse (BET),
Infrarotspektroskopie (FTIR/ATR),
Fluoreszenzspektroskopie

In-process analysis

In-situ laser diagnostics during production of particles,
online particle mass spectrometer,
gas-phase analysis (GC/MS, QMS),
aggregate size measurement (DLS),
surface analysis (BET),
infrared spectroscopy (FTIR/ATR),
fluorescence spectroscopy

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Phys. Tim Hülser (-302)
huelser@iuta.de

Dipl.-Ing. Mathias Spree (-301)
spree@iuta.de

Bereich: **Wasser-Prozess- & Aufbereitungstechnologie**

Department: **Water Processing & Water Treatment 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

Chem. Tech. 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

Chem. Tech. 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

Chem. Tech. 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

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

Bereich: Recycling & Entsorgung

Department: Waste Treatment & Recycling Center

Bereichsleitung/unit head: Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (-259), j.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 und Öle, 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 and oils, 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, Identifikation von technischen Thermoplasten, Herstellung von definierten Kunststoffmusterplatten durch Extrusion

Conditioning of technical plastics

Development and construction of automatic systems for identifying technical plastics, analysis of fire-guards in plastics, conditioning of test charges with extruder, analysis and identification of technical plastics

Ansprechpartner/Contact person:

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

Bereich: **Messstelle**

Department: **Measurement Division**

Bereichsleitung/unit head: Dipl.-Ing. Mathias Beyer (-272), beyer@iuta.de

Emissionsmessungen

Akkreditierte und bekannt gegebene Messstelle nach § 29 b BImSchG für die Bereiche Staub,
Feinstaub (PM_{10}, PM_4, $PM_{2,5}$), Staubinhaltsstoffe, anorganische/organische Gase und hochtoxische organische Stoffe (PCDD/F, PAK, PCB etc.)
Funktionsprüfung und Kalibrierung von kontinuierlichen Messeinrichtungen, DIN EN 14181

Measurement of emission

Accredited measurement department according to § 29 b BImSchG for parameters dust, fine dust (PM_{10}, PM_4, $PM_{2,5}$) dust components, inorganic gases, organic gases and high toxic organic components (PCDD/F, PAH, etc.)

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Chem. Markus Neumann (-194)
neumann@iuta.de

Mark Sanders (-193)
sanders@iuta.de

Immissionsmessungen

Akkreditierte und bekannt gegebene Messstelle für Messungen und Begutachtung von Immissionsbelastungen in der Außenluft, PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, organische und anorganische Gase (BTXE, NO_X, CO, Ozon), Analytik für spezielle relevante Tracer z. B. Schwermetalle, Silizium, EC/OC, NCBA

Measurement of airborne pollutants

Accredited measurement department for measurements and assessment of outdoor pollutants, determination of PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, organic and inorganic gases (BTXE, NO_X, Ozon), analytic of special tracer e. g. heavy metal, soot, organic carbon, anions cations, PAH, NCBA

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Mathias Beyer (-272)
beyer@iuta.de

Arbeitsplatzmessungen

Messungen zur Beurteilung der Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz nach TRGS 402,
Stationäre u. personengetragene Messsysteme z. B. für A+E Staub, Rauchgase, organische u. anorg. Schadgase

Working place measurements

Evaluation and assessment of pollutants at the working place referring to the guideline TRGS 402,
Stationary or personal sampling of e. g. inhalable-, respirable dust, smoke, organic and anorganic gases

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Jarzyna (-266)
jarzyna@iuta.de

Online-Partikelmessungen in industriellen Abgasen

Kontinuierliche Messungen der Partikelgrößenverteilung und Anzahlkonzentration mit dem optischen Messsystem welas® (Messbereich: 0,2 – 17 µm, 0,6 – 40 µm), Partikel ab 10 nm – 300 nm (FMPS-Messgerät) und optionaler Verdünnungsstufe

Measurement of number concentrations in industrial waste gases

Online measurements of particle properties including number concentration and size distribution in industrial waste gases with the optical measurement system welas®, range: 0,2 – 17 µm, 0,6 – 40 µm
particle range: 10 nm – 300 nm (FMPS-analyzer) and gas dilution unit

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. Mathias Beyer (-272)
beyer@iuta.de

Oliver Hesse (-275)
hesse@iuta.de

Mobiler Druckluftprüfstand

Nach ISO 8573/1 – 9, zur Prüfung der Druckluftqualität von Druckluftanlagen, optimiert und modular erweiterbar für die speziellen Anforderungen der Industriebereiche Chemie-, Pharma-, Lebensmittel-Halbleiter- und Automobiltechnik

Mobile test station for compressed air

Measurements according to ISO 8573/1 – 9, testing of the compressed air quality, special test station concerning the requirements e. g. of the chemical, pharma-, food- semiconductor- and automotive industry

Ansprechpartner/Contact person:

Oliver Hesse (-275)
hesse@iuta.de

Ausbreitungsrechnungen/Gutachten

Immissionsprognosen nach TA Luft, Emissions-Immissionsbeziehung, Quellstärkenbestimmung industrieller Anlagen, Inverse Ausbreitungsrechnung, diffuse Emissionen, AUSTAL2000, MISKAM©, FDM, Gutachten

Dispersion modelling/expertise

Source emission rate estimation in legal air quality/emission control, e. g. according to TA Luft, dispersion modelling, fugitive dust emissions of industrial plants with RDM procedure, AUSTAL2000, MISKAM©, FDM, Expertise

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Jarzyna (-266)
jarzyna@iuta.de

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

Partikelmessungen in Flüssigkeiten/ Suspensionen

Messungen der Partikelverteilung in Flüssigkeiten bzw. von suspendierten Stäuben in Flüssigkeiten mittels Coulter LS230, Messbereich: 0,05 µm – 2000 µm

Measurement of particle in liquids/ suspensions

Measurement of particle distribution in liquids or dust suspended in liquids with Coulter LS230, range: 0,05 µm – 2000 µm

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Jarzyna (-266)
jarzyna@iuta.de

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen

REM und Elementanalyse mittels EDX, Schadensanalysen, Asbestuntersuchungen und Untersuchung anorganischer Fasern (KI-Index), Untersuchung der Korngrößenverteilung

Determination with slow scanning electronic microscope

Determination of materials with REM and element analysis with EDX, determination of damages, determination of asbestos and inorganic fibres (KI-Index), determination of particle properties e. g. number concentration, size distribution

Ansprechpartner/Contact person:

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Jarzyna (-266)
jarzyna@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

4.15 Wegbeschreibung zum IUTA

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

Bliersheimer Str. 58 – 60

47229 Duisburg

Telefon +49 (0) 20 65 418 0

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

Anfahrt mit dem Pkw:

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

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

Anfahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln:

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

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

Taxi vom Bahnhof Rheinhausen zu IUTA (Preis ca. 8 €)

Fußweg:

Vom Bahnhof Rheinhausen: Bahnhofvorplatz überqueren, in die Walther-Rathenau-Straße bis zum Walther-Rathenau-Platz gehen, weiter bis zur Bismarckstraße. Dort links abbiegen bis zur Ecke Friedrich-Ebert-Straße/Gaterweg. Dem Gaterweg in das Logport-Gelände hinein folgen. Am ersten Kreisverkehr weiter geradeaus, am zweiten Kreisverkehr rechts zum IUTA. Für den Fußweg wird etwa eine halbe Stunde benötigt.

Bild 4-6: Skizze IUTA und Umgebung