forschen.
vernetzen.
anwenden.

iuta *aktuell*

Mitteilungen aus dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

01 / 2020

Hygieneüberwachung von RLT-Anlagen

IUTA-InnovationsTage

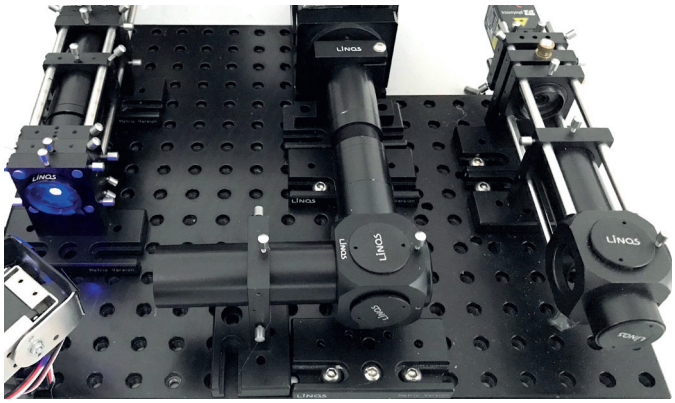
Forscherdelegation aus Tatarstan

Projekt N3RvousSystem

Hygieneüberwachung von raumlufttechnischen Anlagen

Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) dienen der Konditionierung von Innenräumen durch forcierte Belüftung. Um eine Kontamination von Gebäuden mit Keimen zu verhindern, sieht die VDI-Richtlinie 6022 periodische Prüfungen des Mikroorganismengehalts durch Abklatschproben bei RLT-Anlagen vor. Wegen der langen Prüfintervalle werden mögliche Filterdurchbrüche von Keimen und Sporen zu spät erkannt und es kann zu erhöhten mikrobiologischen Belastungen kommen. Ein Monitoringsystem zur Hygieneüberwachung kann einen Beitrag leisten, um die Sicherheit von RLT-Anlagen erheblich zu verbessern. Im Rahmen des IGF-Projekts 19147 N wurde ein Monitoringsystem zur kontinuierlichen Überwachung der Hygiene von RLT-Anlagen entwickelt. Mikrobielle Luftverunreinigungen werden damit durch *ion-jelly*-Detektoren, die an der Kanalwand fixiert werden, kumulativ erfasst.

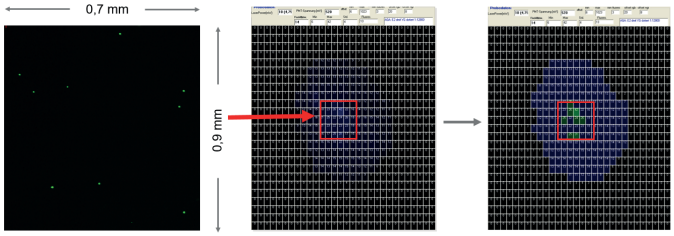
Das Forschungsprojekt hatte zwei Schwerpunkte: Die Entwicklung von chromogenen *ion-jelly*-Matrizes, die sensitiv mit Mikroorganismen wechselwirken (wfk – Cleaning Technology Institute e.V.) sowie die Gestaltung der optischen Detektionssysteme (IUTA) für die Anwendung als Monitoringsystem für RLT-Anlagen.



Optisches Detektionssystem, bestehend aus zwei Lasern (λ = 375 nm, rechts im Bild und λ = 448 nm, in der Bildmitte), der Detektor-Einheit (links), einer Probe (vor der Detektor-Einheit) und einem X-Y-Spiegel (links unten)

Die eingesetzte neuartige Nachweismethode von Mikroorganismen basiert auf der Integration von fluorogenen Substraten in einer Matrix aus einem Polymer und einer ionischen Flüssigkeit mit sehr geringem Dampfdruck *(ion jelly)*. Insgesamt 13 ionische Flüssigkeiten und 19 Polymere wurden im Rahmen eines Materialscreenings mit eigens entwickelten Methoden auf ihre Fähigkeit hin untersucht, *ion jellies* zu bilden. Mithilfe einer gewichteten Bewertungsmatrix konnten drei agarosebasierte *ion jellies* identifiziert werden, aus denen sich mechanisch stabile und funktionell geeignete *ion-jelly*-Matritzes herstellen ließen, die auch in der Langzeituntersuchung stabil waren.

An diesen ausgewählten *ion jellies* erfolgten Untersuchungen der enzymatisch generierten Fluoreszenz. IUTA-Mitarbeiter konzipierten und bauten ein Messsystem auf, in dem transparente *ion-jelly*-Sensorflächen mit monochromatischem Licht unterschiedlicher Wellenlängen angeregt werden konnte. Die Auskopplung des Fluoreszenzlichts erfolgte wahlweise im Auflicht- oder im Durchlichtverfahren. Das System ermöglicht eine rasterförmige Abtastung der gesamten Sensoroberfläche mit einem Laser, der über verstellbare Spiegel automatisch in zwei Raumrichtungen ausgelenkt werden kann.



PSL-Partikel (Durchmesser: 1 µm) werden direkt und ortsbegrenzt mittig auf AGA:E aufgebracht. Anschließend wird geprüft, ob die Partikel mit der Auswertungssoftware nachweisbar sind. Es zeigte sich, dass ein fehlerfreier Nachweis möglich ist, wenn mindestens 3 Partikel vorhanden sind.

Die durchgeführten Scans zeigten insbesondere bei der Durchlichtdetektion auf, dass sich gute Ergebnisse erzielen lassen, wenn möglichst dünne Sensorflächen (≤ 0,5 mm) zum Einsatz kommen. Biopolymere (z. B. Gelatine, Agarose, Alginat) waren prinzipiell besser zur Herstellung von *ion jellies* geeignet als die untersuchten technischen Polymere.

Die zur Generierung von Fluoreszenzsignalen auf bzw. in den *ion jellies* erfolgreich etablierten Enzym-Substrat-Systeme können gemeinsam mit dem entwickelten Rasterscanverfahren sowie der Auswerteeinheit im Auflicht- und Durchlichtverfahren als geeignet angesehen werden, räumlich begrenzte Signale (z. B. durch die enzymatische Aktivität sedimentierter Bakterienzellen) auf *ion-jelly*-Sensoren zu detektieren und zu lokalisieren. Diese Forschungsergebnisse bilden die Grundlage der Verfahrensentwicklung zur Dokumentation des Hygienezustands von RLT-Anlagen.

Autor: Dipl.-Ing. Achim Hugo

Projektpartner:
wfk – Cleaning Technology Institute e.V., Krefeld und IUTA.
Das IGF-Projekt 19147 N der Forschungsvereinigung „Energie- und Umwelttechnik“ wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

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

IUTA-InnovationsTage

Im Zeitraum vom 5. bis 7. November 2019 machten sich etwa 400 Industrievertreter und Wissenschaftler der Fachrichtungen Filtration, Pharmazie und chemische Analytik auf den Weg nach Duisburg, um an den *IUTA-InnovationsTagen* teilzunehmen. Mit einer kurzen Ansprache eröffnete am 5. November Prof. Dieter Bathen, Wissenschaftlicher Leiter des IUTA, die Veranstaltungsreihe.

Etwa 150 Teilnehmer fanden sich am IUTA zum 11. FiltrationsTag ein

Schwerpunkte des *11. FiltrationsTages* waren die Adsorption von Gasen sowie der Blick auf den Wandel in der Automobilindustrie und seine Auswirkungen auch auf die Filtrationsbranche. Die Ausführungen zu neuen Entwicklungen und Forschungsergebnissen aus dem Bereich der Adsorption am Vormittag des 5. November fanden besonderen Anklang.

Mit Spannung erwartet und verfolgt wurden am frühen Nachmittag die Ausführungen von Prof. Ferdinand Dudenhöffer (Foto auf dem Titelblatt) von der Universität Duisburg-Essen zum Thema „Zeitenwende in der Autoindustrie“. Dabei wurden u. a. die Zusammenhänge zwischen Elektromobilität und dem Klimawandel beleuchtet. Das Thema löste eine leidenschaftliche Diskussion unter den anwesenden Experten aus und bildete die Grundlage für die nachfolgenden Vorträge zu den Auswirkungen auf die Filterindustrie. Der Tag wurde durch aktuelle Beiträge aus der Filtrationsforschung und rege Gespräche an den Ständen der 17 Industrieaussteller abgerundet.

Die Themen *Arbeitsschutz & Produktsicherheit* bildeten die Schwerpunkte *2. IUTA-ZytostatikaTages*, in dessen Rahmen neben der Präsentation von Fachvorträgen auch 15 Industrieaussteller ihre innovativen Produkte vorstellen konnten. Prof. Dr. Jörg Breitkreutz von der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf stellte in seinem Vortrag „Personalisierte Herstellung von Arzneimitteln mittels 3D-Druck“ die aktuellen Möglichkeiten und die Zukunft patientenindividueller Arzneimittelversorgung dar. Unterschiedliche Arbeitsweisen und Automatisierungsmöglichkeiten standen im Fokus der Veranstaltung. In einer lebhaften Diskussion wurde der Fall Bottrop und die Auswirkungen auf die Überwachung aufgearbeitet. Überwachungsdaten als auch Eigenkontrollen aus Rückläufern zeigen, dass eine sehr hohe Qualität in der Zytostatikaherstellung besteht.

Den Abschluss bildete die Vorstellung aktueller Ergebnisse der europäischen MASHA-Studie zur Arbeitsweise und Kontaminationsrisiken in Apotheken und Krankenhäusern von Dr. Ewelina Korczowska.

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

Der *4. IUTA-AnalytikTag* bildete den Abschluss der Veranstaltungsreihe. Obwohl die Laborautomation schon seit vielen Jahren einen hohen Stellenwert im Bereich der Analytik einnimmt, sind viele Laborprozesse immer noch durch einen hohen Grad an manuellen Arbeitsschritten gekennzeichnet. Insbesondere

bei kleinen Laboren oder kleinen Laboreinheiten in größeren Unternehmen stellt die digitale Transformation klassischer Workflows eine Herausforderung dar. Im Rahmen des *4. IUTA-AnalytikTages* wurden die Themen Automation und Digitalisierung mit Fokus auf die mobile kollaborative Robotik in den Vordergrund gestellt. Ca. 100 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft haben an dieser Veranstaltung teilgenommen, die durch eine Industrieausstellung von 19 Unternehmen aus dem Bereich der instrumentellen Gerätetechnik sowie den der SmartLAB-Netzwerkinitiative angehörenden Unternehmen flankiert wurde.

Die nächsten *IUTA-InnovationsTage* werden im November 2020 stattfinden (*FiltrationsTag*: 10.11.2020, *ZytostatikaTag*: 11.11.2020, *AnalytikTag*: 12.11.2020).

Forscher aus Tatarstan interessieren sich für CO_2-Abtrennung aus Prozessgasen und für Power-to-X

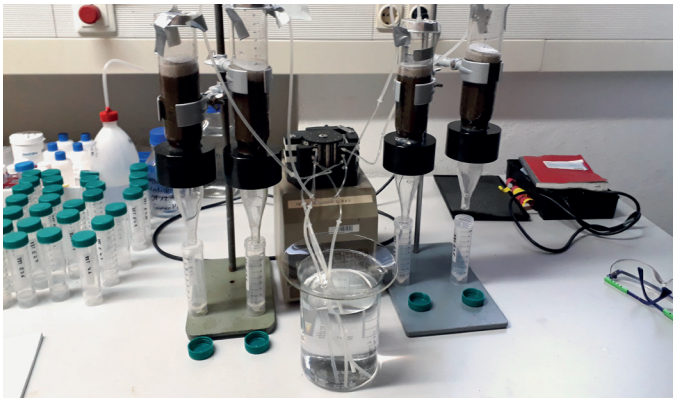
Am 11. Oktober empfing IUTA eine hochrangige Delegation aus Tatarstan, einer der wachstumsstärksten und innovativsten Regionen Russlands, in der die Petrochemie des Landes konzentriert ist. Die von den 12 größten Gas-, Öl- und Petrochemie-Konzernen sowie der Regierung Tatarstans getragene staatlich-private Holding Tatneftekhiminvest ist auf der Suche nach Technologien und Kooperationspartnern für die Entwicklung und Einführung von Umweltschutzmaßnahmen in den Anlagenparks. Der Besuch wurde von Herrn Nolden von der Zenith GmbH initiiert und koordiniert. Die Delegation, die sich insbesondere für die Arbeiten des IUTA zu den Themen CO_2-Abtrennung aus Prozessgasen sowie Power-to-X interessierte, besichtigte im Rahmen eines Rundgangs auch Technikumsanlagen, die für gemeinsame FuE-Aktivitäten zur Verfügung stehen.

Am 11. Oktober 2019 besuchte eine Delegation der staatlich-privaten Holding Tatneftekhiminvest das IUTA

Umweltverhalten von Kunststoffen und Nanomaterialien

Stoffe gelangen durch unterschiedlichste Prozesse in unsere Umwelt. Dabei ist für manche dieser Stoffe noch nicht geklärt, wie sie sich in der Umwelt verhalten, ob sie zum Beispiel mobil sind, sich in verschiedenen Kompartimenten anreichern, für Organismen verfügbar sind oder sich durch (a-)biotische Einflüsse verändern. Am IUTA wird das Umweltverhalten (Fate) unterschiedlichster Stoffe in den verschiedenen Umweltkompartimenten (Luft, Wasser, Boden) untersucht.

Ein Schwerpunkt der Forschung liegt derzeit auf der Untersuchung von Nanomaterialien und (Mikro)-Plastikpartikeln. Sofern vorhanden, werden die Untersuchungen nach ISO-, DIN- oder OECD-Vorschriften durchgeführt. Soweit das nicht der Fall ist, erarbeitet und etabliert IUTA auch neue Vorgehensweisen, um neu hinzugekommenen Stoffen oder neuen Fragestellungen Rechnung zu tragen. Auch die Etablierung und Anpassung vorhandener Richtlinien für die Testung von Nanomaterialien auf internationaler Ebene fällt in das Aufgabenspektrum des IUTA.



Mobilitätsuntersuchung von TiO_2-Nanomaterialien nach OECD TG 312

Fragestellungen zur Mobilität, Anreicherung und Alterung von Nanomaterialien in der Luft, im Wasser und im Boden wurden unter anderen in internationalen EU-Projekten, wie MARINA, NanoFASE und in nationalen Projekten wie nanoGEM, CarboLifeCycle, nanoGRAVUR, subµTrack, innoMatLife oder iMulch grundlegend untersucht.

Autorin: Dr. rer. nat. Carmen Nickel

Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

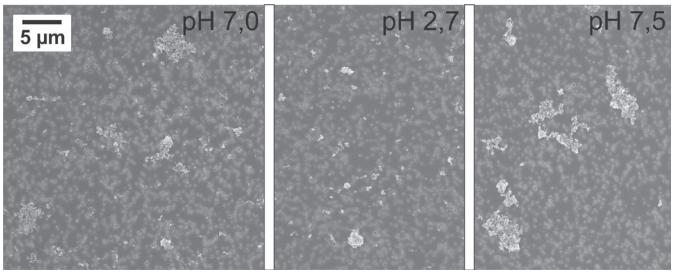
Nach der Erstakkreditierung im Jahr 2015 wurde IUTA im Jahr 2019 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) turnusmäßig erneut auditiert und erhielt am 31.10.2019 die Akkreditierungsurkunde nach der neuen DIN EN ISO/IEC 17025:2018. Einen Schwerpunkt stellt die instrumentelle und wirkungsbezogene Analytik von Abwässern und Fließgewässern dar. Im Bereich pharmazeutische Rohstoffe bietet IUTA akkreditierte Untersuchungen von Wischproben und Luftproben entsprechend SMEPAC (Standardized Measurement of Equipment Particulate Airborne Concentration) bereits seit 2015 an. Neu hinzugekommen sind nun Identitäts- und Gehaltsbestimmungen von Zytostatika und monoklonalen Antikörpern in flüssigen Arzneiformen und Arzneimittelzubereitungen. Ebenfalls neu sind Untersuchungen auf Elemente und Quecksilber in Brenn- und Reststoffen. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-19759-01-00 aufgeführten Umfang.

BMBF-Projekt N3RvousSystem

In dem im Jahr 2019 beendeten BMBF-Projekt N3rvousSystem wurde eine Teststrategie zur Abschätzung potenzieller neurotoxischer Effekte von Chemikalien entwickelt. Grundlage bildet ein systembiologiebasiertes 3R-Verfahren (Reduce, Refine, Replace). Besonderes Augenmerk wurde auf die Anwendbarkeit des Verfahrens hinsichtlich der Risikobewertung von Nanomaterialien gelegt. So sollten insbesondere potenzielle Unterschiede zwischen konventionellen Chemikalien und Nanomaterialien herausgearbeitet werden. Dazu wurden von den Projektpartnern sowohl In-vitro-Versuche an Zellkulturen, als auch Versuche an Gewebeproben durchgeführt.

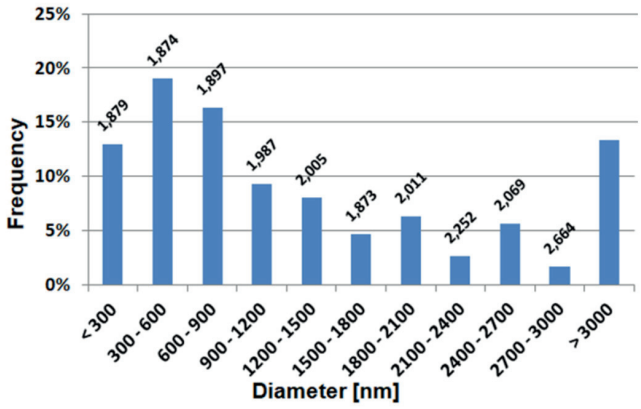
Die Grundcharakterisierung der eingesetzten Nanomaterialien (Titandioxid- und Silberpartikel im Größenbereich von ca. 20 bis 40 Nanometer) sowie die Wiederfindung der Partikel in den Gewebeproben, die in Form von Dünnschnitten vorlagen, war eine Aufgabe des IUTA. Die Partikel wurden dabei sowohl in Pulverform als auch in Suspensionen charakterisiert.

Es wurde eine Verdauungssimulation durchgeführt, bei welcher der pH-Wert der Suspension von neutral auf pH 2,7 abgesenkt wurde, um den Übergang in die saure Magenumgebung nachzustellen. Anschließend wurde der pH-Wert wieder auf 7,5 erhöht, der der Darmumgebung entspricht. In allen Stadien wurden Proben aus der Suspension entnommen. Die Agglomeratgrößen der Partikel wurden im Rasterelektronenmikroskop (REM) bestimmt (s. Abbildung).



REM-Aufnahmen von Titandioxid: Änderung der Agglomeratgröße in Abhängigkeit vom pH-Wert der Suspension

Es zeigte sich für die eingesetzten Partikel ein deutlich unterschiedliches Verhalten: Während die Agglomeratgröße der Titandioxidpartikel im Magenmilieu abnahm, wuchs sie bei den Silberpartikeln deutlich an. Ein umgekehrtes Verhalten wurde im Darmmilieu beobachtet, in welchem die Agglomerate der Silberpartikel deutlich kleiner waren, während die Größe der Titandioxidagglomerate deutlich zunahm. Aufgrund der geänderten Agglomeratgrößen ist mit einer geänderten Mobilität sowie Aufnahmerate dieser Partikel zu rechnen. Nicht betrachtet wurden bei dieser Simulation die anderen Nahrungsbestandteile, die gegebenenfalls einen starken Einfluss auf die Bioverfügbarkeit der Partikel besitzen.



Histogramm der Agglomeratgrößen von TiO_2-Nanopartikeln im simulierten Darmmilieu

Neben der Grundcharakterisierung wurden umfangreiche REM-Untersuchungen an Dünnschnitten von Gewebeproben im Hinblick auf eine Wiederfindung der Partikel durchgeführt. Die Frage hierbei war, ob und in welcher Form diese partikulären Noxen vom Gewebe aufgenommen werden. Die am IUTA erzielten Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine direkte Aufnahme von Partikeln über den Darm nicht stattfindet, wobei einschränkend anzumerken ist, dass

innerhalb der Studie nur eine sehr geringe Zahl an Schnitten untersucht werden konnte. Innerhalb der Gewebeproben konnten zwar vereinzelte Partikel identifiziert werden, hierbei handelt es sich jedoch nicht um die zuvor applizierten Nanopartikel. Dagegen konnte eine Aufnahme des Silbers in den Körper – wahrscheinlich in ionischer Form – mittels ICP-MS nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass mittels REM ein Nachweis von Partikeln bis hinein in den Nanometermaßstab auch in entsprechend präparierten Geweben möglich ist. Die im Projekt etablierten Techniken sind damit eine ideale Ergänzung zu den bereits bestehenden Methoden, die für die Charakterisierung von Nanomaterialien am IUTA eingesetzt werden.

Autor: Dr. rer. nat. Burkhard Stahlmecke

Deutsche Kooperationspartner:
• IUF – Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH
• Tascon GmbH
Niederländische Kooperationspartner:
• IRAS – Universität Utrecht, Niederlande
• RIVM, Bilthoven
• PamGene International B.V., 's-Hertogenbosch
Das BMBF-Projekt „N3rvousSystem – eine 3R-Systembiologie-basierte Strategie zur Bewertung von Gefährdung, Risiko und Sicherheit neurotoxischer Substanzen im Menschen" wurde innerhalb des InnoSysTox-Verbunds vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (FKZ IUTA: 031L0020B).

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Termine

27.3 – 28.3.2020:	Fortbildung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika", Veranstaltungsort: München
4.6.2020:	Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung (IUTA)
9.11.2020:	Mitgliederversammlung (FVEU)
9.11.2020:	kombinierte Verwaltungsratssitzung und Mitgliederversammlung (IUTA)
	IUTA-InnovationsTage:
10.11.2020:	*12. IUTA-FiltrationsTag*
10.11.2020:	Fortbildung: „Sicherer Umgang mit Zytostatika"
11.11.2020:	*3. IUTA-ZytostatikaTag*
12.11.2020:	*5. IUTA-AnalytikTag*

Weitere Informationen zu den Veranstaltungen: www.iuta.de

IMPRESSUM

Redaktion: K. G. Schmidt, S. Haep, D. Bathen
Herausgeber: Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.
Bliersheimer Str. 58 – 60, 47229 Duisburg
Vorstand: Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen (Wissenschaftlicher Leiter); vertretungsberechtigt gemäß § 26 BGB: Dr.-Ing. Stefan Haep (Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer), Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (Stellv. Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer)
IUTA ist An-Institut der Universität Duisburg-Essen, Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke" e.V. (AiF) sowie Mitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e.V. (JRF).

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN Offen im Denken
JRF MITGLIED DER Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft
AiF Mitglied

Foto auf dem Titelblatt: Prof. Ferdinand Dudenhöffer (CAR-Center Automotive Research, Universität Duisburg-Essen) sprach beim IUTA-FiltrationsTag am 5.11.2019 über die Zeitenwende in der Automobilindustrie. Weitere Informationen zu den abgedruckten Artikeln sowie weitere Projektberichte finden Sie auf der folgenden Website: www.iuta.de

FÖRDERHINWEIS

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

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen