



**Fraunhofer**

**UMSICHT**

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR UMWELT-, SICHERHEITS- UND ENERGIETECHNIK UMSICHT



**JAHRESBERICHT**  
**2009**  
-----  
**2010**







# INHALT

4	VORWORT
6	HIGHLIGHTS 2009
8	FRAUNHOFER-INSTITUT UMSICHT
9	ZAHLEN UND FAKTEN
10	UMSICHT-FÖRDERVEREIN
11	WISSENSCHAFTSPREIS
12	KURATORIUM
14	FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU, RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM
15	PUMPENZENTRUM/HOCHSCHULKOOPERATIONEN
16	LEITTHEMEN
17	ORGANIGRAMM
18	GESCHÄFTSFELDER
24	IM GESPRÄCH MIT DIPL.-PHYS. THORSTEN WACK
26	FOKUS AUSBILDUNG – INTERVIEW MIT LENA KARSCH
28	WEITERBILDUNG/FRAUNHOFER ACADEMY
30	AUSSENSTELLE WILLICH
32	LABORATORIEN VON FRAUNHOFER UMSICHT

---

## GESCHÄFTSFELDER

34	GESCHÄFTSFELD NACHWACHSENDE ROHSTOFFE
44	GESCHÄFTSFELD PROZESSTECHNIK
54	GESCHÄFTSFELD BIOFUELS
62	GESCHÄFTSFELD WERKSTOFFE UND SYSTEME
72	GESCHÄFTSFELD PRODUKTIONSTECHNISCHE INFORMATIONSSYSTEME
80	GESCHÄFTSFELD ENERGIEANLAGENTECHNIK
86	GESCHÄFTSFELD ENERGIE-EFFIZIENZ-TECHNOLOGIEN
96	GESCHÄFTSFELD RESSOURCENMANAGEMENT

---

## NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

108	VERÖFFENTLICHUNGEN/DISSERATIONEN
117	FORSCHUNGSBERICHTE
118	KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER
120	INTERDISZIPLINÄRES FERNSTUDIUM UMWELTWISSENSCHAFTEN (INFERNUM)
121	LEHRVERANSTALTUNGEN
122	MITGLIEDSCHAFTEN
123	UNTERNEHMENS AUSGRÜNDUNGEN
124	BETEILIGUNG AN MESSEN UND VERANSTALTUNGEN
124	MESSE- UND VERANSTALTUNGSPRÄSENTATIONEN
124	SCHUTZRECHTE
125	ANFAHRT
126	FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
127	KURATORIUMSMITGLIEDER
128	IMPRESSUM



## VORWORT

---



Liebe Leserinnen und Leser,

Ein sehr »grüner« Jahresbericht liegt vor Ihnen. Nicht nur mit vielen grünen Themen, sondern auch mit dem Apfel als visuellem Leitbild. Im schwierigen Jahr 2009 haben wir trotz der weltweiten Krise so manches Apfelbäumchen gepflanzt<sup>1</sup>.

Geholfen hat uns dabei das Konjunkturprogramm K1 der Bundesregierung. Die bereitgestellten Mittel haben wir in die Themenfelder Biomassenutzung und Energiespeicher investiert. Der Neubau von Laboratorien und eine zukunftsorientierte Experimentalausstattung schaffen gute Voraussetzungen dafür, die Erschließung neuer Märkte für und mit unseren Industriepartnern voranzutreiben.

»Bäume«, die wir schon vor einigen Jahren angepflanzt haben, trugen 2009 besonders schöne Früchte: Dazu gehören die ORC-Technologie zur Stromgewinnung aus Abwärme, Biopolymere für landwirtschaftliche Folien und das Gefahrstoffverwaltungssystem (GEVIS). Neue Themen haben das Keimstadium hinter sich gelassen und beginnen, erfreulich zu wachsen. Wir haben einen neuen Katalysator zur Herstellung von Biodiesel entwickelt, der deutlich effektiver ist als die klassischen Systeme. Unser CO<sub>2</sub>-intensiviertes Gerbverfahren hat das Potenzial, einige hundert Millionen Kubikmeter chromhaltiger Abwässer einzusparen. Es freut uns sehr, dass das BMBF uns hier die Möglichkeit gibt, eine Demonstrationsanlage im industriellen Maßstab als Referenz aufzubauen. Nicht nur bei diesen Themen haben wir unser Patent- und Schutzrechtsportfolio weiter ausgebaut. Wir wissen, dass das Schützen von herausragenden Ideen wichtig ist, aber auch, dass Ideen der Grundstock für innovative Projekte und Technologien sind.

Die Ruhr-Universität Bochum hat mit unserer Unterstützung und finanziert aus den Mitteln »Zukunft für Bochum« ein Kompetenzzentrum hydraulische Strömungsmaschinen gegründet – ein großes und wichtiges Projekt, das die Spitzenposition der deutschen Pumpenindustrie stärkt und einen Beitrag zur effizienten Energienutzung leistet.



All dies sind Dinge, auf die wir bei Fraunhofer UMSICHT stolz sind, aber noch mehr auf unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die nach dem Motto »Lebenslanges Lernen bei UMSICHT« das Institut nach vorne bringen. Vom neuen Mit-Kind-Büro über Projekte mit Schulen und sehr guten Auszubildenden bis zu herausragenden Dissertationen – wir freuen uns sehr über das Engagement.

»Wenn du einen Apfel hast und ich habe einen Apfel und wir tauschen die Äpfel, wird jeder von uns nach wie vor einen Apfel haben. Aber wenn du eine Idee hast und ich habe eine Idee und wir tauschen diese Ideen aus, dann wird jeder von uns zwei Ideen haben<sup>2</sup>.«

In diesem Sinne möchten wir unsere Ideen mit Ihnen austauschen und vermehren, um unsere gemeinsamen Erfolge weiter auszubauen. Auch Newton wurde schließlich der Legende nach von einem Apfel, der ihm auf den Kopf fiel, zu einer großen Entdeckung inspiriert.

Zum Schluss lassen Sie uns noch kurz darauf hinweisen, dass Fraunhofer UMSICHT 2010 einen runden Geburtstag feiern wird: Vor 20 Jahren wurde das Institut gegründet. Auch dies ein Grund, stolz zu sein.

Wir bedanken uns bei unseren engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, unseren Unterstützerinnen und Unterstützern, Auftraggeberinnen und Auftraggebern, Geschäftspartnerinnen und Geschäftspartnern für die vertrauensvolle Zusammenarbeit und freuen uns, mit ihnen im Juni den Geburtstag des Instituts feiern zu können.

Es grüßen Sie herzlich

Eckhard Weidner

Görgen Deerberg

*Fraunhofer UMSICHT entwickelt angewandte und industriennahe Verfahrenstechnik. Als Vorreiter für technische Neuerungen in den Bereichen Umwelt-, Werkstoff-, Prozess- und Energietechnik wollen wir nachhaltiges Wirtschaften, umweltschonende Technologien und innovatives Verhalten voranbringen, um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern und die Innovationsfähigkeit der heimischen Wirtschaft zu fördern.*

<sup>1</sup> Wenn ich wüsste, dass morgen die Welt unterginge, würde ich heute noch ein Apfelbäumchen pflanzen. (Martin Luther zugeschrieben)

<sup>2</sup> George Bernard Shaw zugeschrieben.





## ANDERE HIGHLIGHTS 2009

---

### **Februar:** Ausstellungseröffnung

»Der menschliche Körper – Metamorphosen« – Plastiken von Babette Martini, Gesichter und Hände aus Ton und Wachs.

**März:** Dr. Christine Vogt, Direktorin der Ludwig-Galerie Schloss Oberhausen, eröffnet die Kunstausstellung mit Arbeiten des Oberhausener Fotograf Axel Scherer.

**August:** Ausstellungseröffnung »Eiskalt: Arktis/ Antarktis« mit Arbeiten der Fotografin Brigitte Rühland.

## HIGHLIGHTS 2009

---

**Fraunhofer UMSICHT investiert in Energiespeicher und Biomasse** – Fraunhofer UMSICHT verwendet Mittel des Konjunkturprogramms I der Bundesregierung zum Ausbau der Forschung in den Bereichen Energiespeicher und Biomasse-Nutzung. Dies verkündete Prof. Eckhard Weidner am 24. März zur Eröffnung des Kongresses BIO-raffiniert V, zu dem rund 100 Expertinnen und Experten über die stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse in Bioraffinerien diskutierten.

**Auszeichnung der besten Absolventinnen und Absolventen des interdisziplinären Fernstudiums Umweltwissenschaften** – Der Anglist und Diplom-Kaufmann Stephan Hild, der Diplom-Kaufmann Philipp Hasenmüller sowie der Betriebswirt und Bodenwissenschaftler Gregor von Held wurden am 4. April vor rund 90 geladenen Gästen im Rahmen des zweiten »infernum-Tages« in Hagen als beste Master of Environmental Sciences ausgezeichnet.

**E.ON Research Award geht nach Oberhausen** – Am 28. April 2009 wurden drei UMSICHTler von Innovationsminister Prof. Andreas Pinkwart mit dem E.ON Research Award ausgezeichnet. Sie erhielten den Preis für ihr Projekt, das sich mit kleinen thermisch angetriebenen Kältemaschinen mit Membran-Nanotechnik auseinandersetzt.

**Einweihungsfeier bei Fraunhofer UMSICHT: Gebäude D** – Das vierte Gebäude im Instituts-Komplex von Fraunhofer UMSICHT wurde am 30. April 2009 eingeweiht. Das ehemalige Stahlwerksgebäude beherbergt neben Büroräumen die Bibliothek mit Info-Lounge, das Rechenzentrum und einen modernen Veranstaltungsraum und liefert weitere 3 200 m<sup>2</sup> Nutzfläche. Der Umbau wurde mit rund 7 Mio. € Baumitteln für die Gebäudesanierung und die Umgestaltung der Außenanlagen mit Mitteln des Bundes und das Landes gefördert und von der EU kofinanziert.



**Bundesumweltminister Sigmar Gabriel bei Fraunhofer UMSICHT** – Der Ausbau erneuerbarer Energien, Technologien für Klima- und Umweltschutz, Alternativen zum Öl und die Übernahme eines Sitzes im Kuratorium des UMSICHT-Wissenschaftspreises: Darum ging es beim Besuch von Sigmar Gabriel am 6. August 2009 bei Fraunhofer UMSICHT.

**Global Young Faculty mit Fraunhofer UMSICHT** – Zwei UMSICHTlerinnen nehmen an der Global Young Faculty teil. Die Initiative der Stiftung Mercator wird vom Kulturwissenschaftlichen Institut Essen koordiniert und vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes NRW unterstützt. Ziel ist es, rund 100 Nachwuchswissenschaftler/-innen des Ruhrgebiets zu vernetzen und zur gemeinsamen Arbeit an übergreifenden Fragestellungen zu motivieren.

**Junge Talente zu Gast** – Vom 21.-23. Oktober 2009 fand bei Fraunhofer UMSICHT die Talent-School für naturwissenschaftlich-technisch interessierte Oberstufen-Schülerinnen und Schüler statt. Erfahrene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler führten die jungen Talente in drei Workshops in die Themen Bionik, Biokraftstoffe und Energieversorgung ein.

**Mit-Kind-Büro bei Fraunhofer UMSICHT eröffnet** – Fraunhofer UMSICHT weihte im November 2009 das erste Mit-Kind-Büro in der Fraunhofer-Gesellschaft ein. Kurzfristige Probleme bei der Kinderbetreuung gehören nun der Vergangenheit an, Beruf und Familie lassen sich nun noch besser vereinen.

**3. Platz bei BEST EXCELLENCE Businessplan-Wettbewerb 2009** – Forscher von Fraunhofer UMSICHT überzeugten die Jury der Gründungsinitiative BEST EXCELLENCE mit ihrem Konzept, Designerdiesel aus Altfett zu produzieren. Am 03. Dezember 2009 wurde der Businessplan des »Team greasoline« mit dem 3ten Platz ausgezeichnet.

DAS HIGHLIGHT 2010

## FRAUNHOFER UMSICHT WIRD

# 20

Vor 344 Jahren fiel Isaac Newton ein Apfel auf den Kopf – und brachte ihn auf die Idee, seine Gravitationsgesetze zu entwickeln. Vor 20 Jahren wurde Fraunhofer UMSICHT gegründet und steht seitdem für knackige Ideen und für Forschung zum Anbeißen.





## FRAUNHOFER UMSICHT

### FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR UMWELT-, SICHERHEITS- UND ENERGIETECHNIK UMSICHT

#### DAS INSTITUT IM PROFIL

Fraunhofer UMSICHT entwickelt angewandte und industriennahe Verfahrenstechnik. Als Vorreiter für technische Neuerungen in den Bereichen Umwelt-, Werkstoff-, Prozess- und Energietechnik will Fraunhofer UMSICHT nachhaltiges Wirtschaften, umweltschonende Technologien und innovatives Verhalten voranbringen, um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern und die Innovationsfähigkeit der heimischen Wirtschaft zu fördern.

Technologisch positioniert sich das Institut mit vier Leitthemen in der Forschungslandschaft.

Die Leitthemen

- »Bioraffinerie – Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen«,
- »matfunc – Partikel, Werkstoffe und Membranen mit Funktion«,
- »Modulare Energietechnologien – Flexible Lösungen für nachhaltige Energiesysteme«,
- »Informationsnetzwerke für die Verfahrens- und Energietechnik – Verteiltes Wissen in Wertschöpfungsketten nutzen«

sind als geschäftsfeldübergreifende wissenschaftliche Impulsgeber zu verstehen. Mit ihnen wird das Profil des Instituts an den Rhythmus des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandels angepasst und auf aussichtsreiche Wissenschaftslinien fokussiert.

Acht spezialisierte Geschäftsfelder verkörpern die passgenaue Kombination von Produkten und industriennahen FuE-Dienstleistungen mit den Anforderungen der zugehörigen Marktsegmente. Sie arbeiten mit modernen Projektmanagementmethoden und realisieren erfolgreiche Innovationsprojekte. Zugleich entwickeln sie die Leitthemen des Instituts »bottom up« weiter.

Gemeinsam mit industriellen und öffentlichen Auftraggebern entwickelt und erforscht das Institut neue Technologien und transferiert sie in industrielle Anwendungen und marktfähige Produkte. Kunden aus kleinen und mittelständischen Betrieben, Großunternehmen und öffentlichen Institutionen wird Auftragsbetreuung aus einer Hand garantiert: Von der Projektidee über die Antragsbearbeitung bis zur Entwicklung und Markteinführung bietet Fraunhofer UMSICHT Entwicklungskompetenz und sichert so seinen Kunden Wettbewerbsvorteile und eröffnet ihnen internationale Märkte.

Als Mitglied der Fraunhofer-Gesellschaft steht das Institut in der Tradition angewandter, marktnaher Forschung und Entwicklung. Als Katalysator für Wissenschaft und Wirtschaft engagiert sich Fraunhofer UMSICHT seit seiner Gründung im Jahr 1990 beim Strukturwandel in Stadt und Region durch Technologietransfer, Ausgründungen und die Bildung von FuE-Netzwerken. International ist das Institut vornehmlich in Europa tätig.

# ZAHLEN UND FAKTEN

## Personal bei Fraunhofer UMSICHT

	Anzahl
<b>Stammpersonal</b>	<b>183</b>
Personal in wissenschaftlichen Geschäftsfeldern	130
Personal in Infrastrukturabteilungen	53
<b>Weiteres Personal</b>	<b>148</b>
Auszubildende	15
Diplom-, Master- und Bachelor-Arbeiter/innen	26
Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte	86
Praktikant/innen und Zivildienstleistende	21
<b>Personal gesamt</b>	<b>331</b>

## Aufwendungen und Erträge 2009

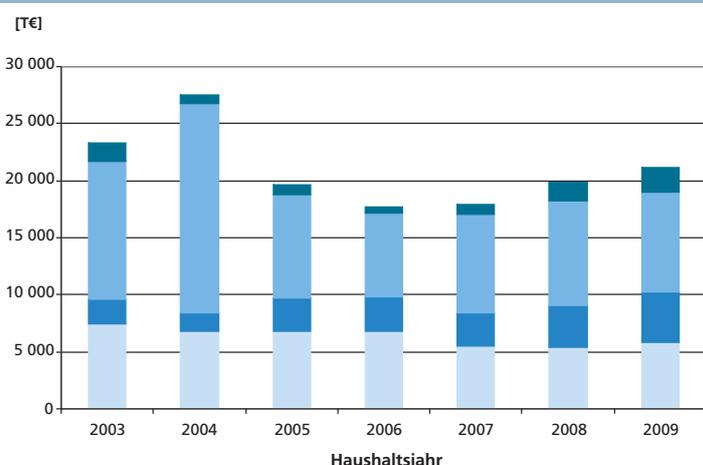
	(in Mio. €)
<b>Betriebshaushalt</b>	<b>21,1</b>
Personalaufwendungen	10,0
Sachaufwendungen	11,1
<b>Investitionen</b>	<b>0,9</b>

## Erträge Betriebshaushalt 2009

	(in Mio. €)
Grundfinanzierung	5,8
Öffentliche Erträge	4,5
Wirtschaftserträge	8,7
Sonstige	2,1
<b>Erträge gesamt</b>	<b>21,1</b>

Wir möchten Sie auf unseren Nachhaltigkeitsbericht aufmerksam machen!

Kontakt: [nachhaltigkeit@umsicht.fraunhofer.de](mailto:nachhaltigkeit@umsicht.fraunhofer.de)



■ Grundfinanzierung
 ■ Industrieerträge
 ■ öffentliche Erträge
 ■ sonstige Erträge (EU)

# UMSICHT-FÖRDERVEREIN

## UMSICHT-FÖRDERVEREIN



*Dr. Thomas Mathenia, Vorsitzender  
des UMSICHT-Fördervereins und  
Mitglied im Vorstand der Energie-  
versorgung Oberhausen evo AG*



*Dr. Susanne Raedeker,  
Stellv. Vorsitzende des UMSICHT-  
Fördervereins und Geschäftsführerin  
der AGR Deponienachsorge GmbH &  
Co. KG*

*Dr. Görge Deerberg  
Geschäftsführer des UMSICHT-Fördervereins  
und stellvertretender Institutsleiter von  
Fraunhofer UMSICHT*

## FÖRDERVEREIN

Die Zukunft fordert uns: Wir müssen Ressourcen und Energie sparen, wollen das Klima schützen und unsere Lebensqualität verbessern. Wir müssen neue Technologien für effizientere Herstellungsverfahren und bessere Produkte entwickeln und brauchen engagierte Menschen, die dies tun. Der UMSICHT-Förderverein hat sich die Pflege der angewandten Forschung auf dem Gebiet der Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik in Nordrhein-Westfalen – vor allem im Ruhrgebiet – zur Aufgabe gemacht. Wir Mitglieder wollen die Voraussetzungen dafür schaffen, dass gute Ideen zu Innovationen werden und der Jobmotor der Region durch Bildung, Forschung und Entwicklung angekurbelt wird.

Unsere Gesellschaft wird immer mehr zur Wissensgesellschaft. Hier ist im Vorteil, wer sich gut vernetzt, frühzeitig Trends erkennt und Technologien identifiziert, die für die Wettbewerbsfähigkeit entscheidend sein werden. Wir setzen uns für den Austausch von Erfahrungen und Wissen mit Hochschulen, der Industrie, dem FuE-Netzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft und innerhalb des Mitgliederkreises ein.

Innovative Forschungs- und Entwicklungsprojekte bereits in einer sehr frühen Phase ideell und materiell anzustoßen ist unser Leitgedanke. Frühzeitig und unkompliziert Zugang zu zukunftsfähigen und nachhaltigen Technologieentwicklungen zu eröffnen, ist unser Ziel. Neben technisch-orientierten Vorarbeiten (z. B. Proof of Principle) investieren die Mitgliedsunternehmen in Forecast-Studien zu aktuellen Themen, gestalten die öffentliche Meinungsbildung über das Sponsoring von Veranstaltungen und unterstützen den Führungskräftenachwuchs.

Wir laden Sie herzlich ein, unseren Mitgliederkreis zu erweitern. Schauen Sie doch mal bei uns rein: [www.umsicht-foerderverein.de](http://www.umsicht-foerderverein.de)

# UMSICHT-WISSENSCHAFTSPREIS

## WISSENSCHAFTSPREIS

Es gibt drei Arten von Menschen: die einen bewirken, dass etwas geschieht; die anderen beobachten, was geschieht; und wieder andere fragen sich, was geschehen ist.

Der Volksmund bringt auf den Punkt, was ein Land, das mit der Ressource »Wissen« wirtschaftet, für seine Zukunftsfähigkeit, Leistungs- und Innovationskraft braucht: Menschen mit guten Ideen und dem Willen, sie umzusetzen. Und Menschen, die den Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft vorantreiben und das gegenseitige Verständnis verbessern. Genau das sind die Menschen, die der UMSICHT-Förderverein mit dem Wissenschaftspreis für industrie- und marktnahe Forschung in den Bereichen Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik und deren verständlicher Darstellung in der Öffentlichkeit anspricht.

Deutschland liegt weltweit an zweiter Stelle, was die Patendichte (Patentanmeldungen pro Einwohner) betrifft, im internationalen Vergleich aber nur im Mittelfeld bei der Umsetzung von Innovationen in marktreife Produkte. Hierfür gibt es vielfältige Ursachen. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist fehlendes Know-how bei der wirtschaftlichen Verwertung innovativer Ideen und deren verständlicher Präsentation. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat dieses Defizit schon lange erkannt und zeigt, wie eine beiderseits fruchtbare Kooperation von Wissenschaft und Industrie aussehen kann.

Der UMSICHT-Wissenschaftspreis soll motivieren, innovatives Denken und Handeln in den Bereichen Umwelt, Sicherheit und Energie voranzutreiben. Er soll zeigen, dass Forschung und Entwicklung im Tandem mit unternehmerischem Denken sowie das Berichten darüber Wertschöpfung für das eigene Handeln bieten, Spaß machen und sich lohnen. Der Preis ist mit 15 000 € dotiert und wird in den Rubriken Wissenschaft und Journalismus verliehen.

Bewerben Sie sich bis zum 31.12.2010 unter:  
[www.umsicht-foerdereverein.de](http://www.umsicht-foerdereverein.de).

## UMSICHT-WISSENSCHAFTSPREIS



*Professor Dietrich H. W. Grönemeyer,  
Vorstandsvorsitzender des Wissen-  
schaftsforums Ruhr e. V. und  
Direktor des Grönemeyer Instituts  
für Mikrotherapie ist Schirmherr des  
UMSICHT-Wissenschaftspreises.*

### **Kontakt:**

Verein zur Förderung der Umwelt-, Sicherheits-  
und Energietechnik e.V. (UMSICHT-Förderverein)

Geschäftsführung: Dr.-Ing. Görgo Deerberg

Sekretariat: Frau Aylin Hustermeier

Telefon 0208 8598-1114

E-Mail: [aylin.hustermeier@umsicht.fraunhofer.de](mailto:aylin.hustermeier@umsicht.fraunhofer.de)

# KURATORIUM

## KURATORIUM



*Ernst Gerlach,  
Vorstandsmitglied der  
NRW.BANK und Vorsitzender  
des Kuratoriums von  
Fraunhofer UMSICHT*

## KURATORIUM

Sehr geehrte Damen und Herren,

Krise kann ein produktiver Zustand sein, man muss ihr nur den Beigeschmack der Katastrophe nehmen. Oder, weniger pointiert als in diesem Max Frisch-Zitat ausgedrückt: Krisen zwingen uns, wenn wir den ersten Schock überwunden haben, zum Fortschreiten. Und Fortschritt ist immer mit neuen Chancen verbunden.

Bei Fortschritt fällt uns in erster Linie technologischer Fortschritt ein. Ich denke dabei an das Fraunhofer-Institut UMSICHT. Und das nicht nur, weil ich dessen Kuratoriumsvorsitzender bin, sondern weil das Institut innovative Ideen mit deren wirtschaftlicher Verwertung verknüpft. Eine Kernkompetenz, die ganz besonders unsere Region mit ihrem sich kontinuierlich wandelnden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Umfeld braucht, um den Strukturwandel weiter konstruktiv begleiten zu können. Dies wird erst recht 2010 im Blickpunkt stehen, wenn das Ruhrgebiet sich als Kulturhauptstadt Europas präsentiert. Gerade bei uns im Ruhrgebiet zeichnet ein ausgeprägter Pragmatismus die Menschen aus – und Nähe zur Praxis ist auch bei Fraunhofer UMSICHT oberstes Gebot.

Fortschritt kann auch ein Wertewandel sein. Gerade in schwierigen Zeiten erleben klassische Werte eine Renaissance. Aktuell werden insbesondere das Verhältnis von materiellen und immateriellen Werten in unserer wissensbasierten Ökonomie und deren Bewertung verstärkt diskutiert. Nachhaltigkeit, soziale Verantwortung und Wertemanagement sind zentrale Leit-motive, die Fraunhofer UMSICHT schrittweise in seinem Geschäftsmodell der angewandten Forschung und Entwicklung verankert, weiterentwickelt und fortträgt. So hat das Institut, das als eines der ersten Forschungsinstitute einen Nachhaltig-

keitsbericht vorlegte, den Nachhaltigkeits-Gedanken in die Fraunhofer-Gesellschaft getragen. Dieser nachhaltige Lobbyismus hat meine volle Sympathie.

Fortschritt für die Zukunft sichern, heißt heute in morgen investieren. Unter dem Motto »Got talent? – Use it!!!« führt Fraunhofer UMSICHT junge Talente mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Instituts zusammen. Und das mit so viel Erfolg und Spaß auf beiden Seiten, dass es schon heute für die Talent-School in Oberhausen heißt: Fortsetzung bis 2013 folgt!

Neues entsteht häufig an der Schnittstelle zwischen Fach- und Erfahrungsbereichen, vor allem da, wo interdisziplinäres Wissen auf ungewohnte Weise zusammengebracht wird. Die Global Young Faculty, eine Initiative der Stiftung Mercator, fördert als Teil des offiziellen Programms der Kulturhauptstadt Europas RUHR.2010 die Vernetzung des wissenschaftlichen Nachwuchses mit Promotion. Zu den rund 100 Nachwuchswissenschaftler/-innen des Ruhrgebiets gehören auch zwei UMSICHTlerinnen. Sie diskutieren fächerübergreifend darüber, wie neuartige, nachhaltige Lösungen für die Welt von morgen aussehen oder wie Politik, Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur agieren sollen. Schon jetzt bin ich sehr neugierig auf die Lösungsvorschläge. Denn gerade die interdisziplinäre akademische Vernetzung verspricht Fortschritt.

Auch das funktioniert: Ideenförderung durch Belohnung! Lassen Sie mich als herausragendes Beispiel dafür den UMSICHT-Wissenschaftspreis nennen: Erstmals 2010 wird dieser Preis für industrie- und marktnahe Forschung im Bereich Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik und deren verständliche Darstellung in den Rubriken Wissenschaft und Journalismus verliehen. Der Förderverein von Fraunhofer UMSICHT unterstützt mit der Ausschreibung innovative Ideen. Ich wünsche mir, dass dieses Beispiel Schule machen wird, denn: Fortschrittlichkeit muss auch belohnt werden!

Nach so viel Fortschritt schaue ich jetzt gerne einmal zwanzig Jahre zurück: 1990 wurde die »Ideenschmiede UMSICHT« aus der Taufe gehoben. Nachdem 2009 bereits das 60-jährige Bestehen der Fraunhofer-Gesellschaft gefeiert wurde, freue ich mich jetzt ganz besonders über den runden Geburtstag des Instituts.

Ich gratuliere UMSICHT ganz herzlich!

*Die NRW.BANK ist die Förderbank für das Land Nordrhein-Westfalen. Als wettbewerbsneutraler Partner der Banken und Sparkassen setzt sie das gesamte Spektrum kreditwirtschaftlicher Förderprodukte ein – in der Existenzgründungs- und Mittelstandsförderung, der sozialen Wohnraumförderung, der Kommunal- und Infrastrukturförderung sowie der Individualförderung.*

# AUF GUTE ZUSAMMENARBEIT

## FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Die Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum ist in 4 Institute mit insgesamt 23 Lehreinheiten gegliedert. Die Fachgebiete der Lehreinheiten umfassen die Konzeption, Konstruktion und Fertigung von Funktions- und Konstruktionsteilen für technische Komponenten, Maschinen und Anlagen sowie deren Verkauf, Betrieb, Management und Wartung.

Die Fakultät hat sich zur Aufgabe gestellt, auf Basis exzellenter Grundlagenforschung in der Entwicklung innovativer industrieller Produkte, Prozesse und Dienstleitungen wegweisend zu sein. Dabei konzentriert sich die Fakultät auf die 4 strategischen Forschungsfelder:

- Biomedical & Micro Engineering
- Energy & Environmental Engineering
- Materials Engineering
- Product & Service Engineering

Öffentlich geförderte Grundlagenprojekte werden durch Forschungsk Kooperation mit führenden Firmen ergänzt. Die Fakultät hat die Sprecherfunktion im Sonderforschungsbereich 459 – Formgedächtnistechnik, dem SFB/TR 29 – Engineering Hybrider Leistungsbündel und der Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering in Advanced Materials. Die DFG-Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe »Zwillingsbildung in strukturellen und funktionellen Ingenieurwerkstoffen« und die DFG-Heisenbergprofessur »Werkstoffe der Mikrotechnik« sind weitere herausragende Beispiele für die enge Verknüpfung der Fakultät mit der Grundlagenforschung.

Im Juni 2008 wurde das neue Forschungszentrum ICAMS (Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation) offiziell eröffnet. ICAMS entwickelt mittels Computersimulation skalenübergreifend neue Werkstoffe – ein Ansatz, der die bisher getrennten Welten der Natur- und Ingenieurwissenschaften erstmals vereinigt. Die internationale Vernetzung der Forschungsprojekte nimmt einen hohen Stellenwert ein, was durch die Einbindung in eine Vielzahl von EU-Forschungskonsortien belegt wird.

Mehr als 30 % der Forschungsmittel der Fakultät werden von Industrieunternehmen bereitgestellt. Ein klares Zeichen, dass die Fakultät neben der Grundlagenforschung die Umsetzung von Forschungserkenntnissen in innovative Produkte anstrebt.



*Prof. Dr.-Ing. H. Meier,  
Dekan der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum*



*Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner  
leitet in der Fakultät für Maschinenbau den Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Transportprozesse.*

*An der Fakultät für Maschinenbau werden die folgende Bachelor-/Master-Studiengänge angeboten: Maschinenbau, Sales Engineering and Product Management, Umwelttechnik und Ressourcenmanagement.*

# PUMPENZENTRUM

## HOCHSCHULKOOPERATIONEN

### Kompetenzzentrum für hydraulische Strömungsmaschinen

Im Ruhrgebiet entstand das bundesweit erste Kompetenzzentrum für hydraulische Strömungsmaschinen, getragen von der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum und Fraunhofer UMSICHT. Technologisch ist Deutschland weltweit führend auf diesem Gebiet.

Insgesamt mehr als 300 Unternehmen, davon rund 100 in NRW ansässig, befassen sich mit hydraulischen Strömungsmaschinen – von der Herzpumpe bis zur Betonpumpe.

Der Forschungsbedarf ist vielfältig und groß, insbesondere beim Energieverbrauch, aber auch bei neuen Antrieben. Das »Pumpenzentrum« vernetzt und bündelt vorhandenes Know-how insbesondere aus den Bereichen Verfahrens- und Energietechnik, Werkstoffe, Produktionstechnik, elektrische Antriebstechnik, Wasserwirtschaft, Mess- und Regeltechnik und Informatik.

Eine Fraunhofer-Nachwuchsgruppe wird gemeinsam mit zehn Wissenschaftlern an verschiedenen Lehrstühlen der Ruhr-Universität unter anderem mit dem Ziel arbeiten, hydraulische Strömungsmaschinen als attraktiven Studienschwerpunkt im Maschinenbau zu etablieren. Pumpenfirmer profitieren von den so ausgebildeten, hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Finanziert wird das Zentrum zunächst für drei Jahre aus dem Programm »Wachstum für Bochum« mit 3,4 Millionen Euro; weitere 1,7 Millionen Euro steuert die Ruhr-Universität bei.

### Hochschulkooperationen

Ruhr-Universität Bochum	RWTH Aachen
Technische Universität Dortmund	University of Michigan
Universität Duisburg/Essen	Universität von Assiut
FernUniversität in Hagen	Universität Bayreuth
Hochschule Niederrhein	Chinesische Akademie der Wissenschaften (CAS)
Fachhochschule Gelsenkirchen	Fachhochschule Münster, Standort Steinfurt
Hochschule Ruhr-West	HAWK, Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Kunst, Fachhochschule Hildesheim/
Folkwang-Hochschule	Holzminden/Göttingen
TU Bergakademie Freiberg	TU Dresden
Universität Rostock	TU Berlin
Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT),	Heinrich-Heine Universität Düsseldorf
Aninstitut der Universidad de Concepción, Chile	
Hochschule Karlsruhe	

Der Forschungs- und Entwicklungsmarkt ist schnelllebig. Als Institut, das an der Schnittstelle zwischen universitärer Forschung und industrieller Praxis mit anwendungs- und marktnahen Dienstleistungen und Produkten agiert, setzen wir auf strategische Partnerschaften mit Hochschulen in Deutschland und Europa. So binden wir Grundlagenforschung in unsere Projekte ein.



## LEITTHEMEN

### Fraunhofer UMSICHT: Unsere Leitthemen

#### **Leitthema »Bioraffinerie«**

Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen

Wir arbeiten daran, dass 20 % der Chemikalien, Werkstoffe, Brenn- und Kraftstoffe im Jahr 2020 aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden.

Neue Technologien zur Herstellung von Biodiesel einschließlich Verwertung von Reststoffen und Koppelprodukten, von Biogas, von Diesel und Ethanol aus Biomasse stellen hierbei ebenso konkrete Projektschwerpunkte dar wie die Entwicklung von Biokunststoffen.

Laboratorien zur Bioprozessentwicklung, zum Downstream-Processing und zur Kunststoffproduktentwicklung bilden dazu das Fundament.

#### **Leitthema »matfunc«**

Partikel, Werkstoffe und Membranen mit Funktion

Unsere Vision, dass sich auch kleinste Partikel in beliebiger, definierter Form herstellen lassen und durch Selbstorganisation komplexe Strukturen, Schichten und Bauteile entstehen können, gibt den Kurs vor.

Wir entwickeln intelligente Werkstoffe und Systeme mit funktionalisierten Oberflächen durch die neue Anwendungen mit bisher noch nicht vorauszusagenden Eigenschaften ermöglicht werden.

Der Aufbau eines Partikelsyntheselabors sowie eines Membran- und Mikrosieblabors legt hierfür die Grundsteine.

#### **Leitthema »Modulare Energietechnologien«**

Flexible Lösungen für nachhaltige Energiesysteme

Nachhaltige Energieversorgung ist für die wachsende Weltbevölkerung überlebenswichtig. Dezentrale Anlagen, Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind unsere Antworten auf die sich wandelnden Energiemärkte.

Wir setzen auf Energie aus Biomasse und Reststoffen, die Nutzung von Sondergasen, Deponie- und Klärgas, Biogaseinspeisung, Polygeneration-Prozesse, Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK), Organic Rankine Cycle-Prozesse (ORC) und Klimakälte.

Dies ist unser Beitrag, auch in Zukunft die Energiekosten im Griff zu halten, Versorgungssicherheit zu gewährleisten und das Klima zu schützen.

#### **Leitthema »Informationsnetzwerke für die Verfahrens- und Energietechnik«**

Verteiltes Wissen in Wertschöpfungsketten nutzen

In komplexen Produktionssystemen expandiert die Informationsmenge über Geschäftsprozesse, Arbeitsabläufe, technische und naturwissenschaftliche Vorgänge in Anlagen und Apparaten unaufhörlich.

Wir wollen dazu beitragen, dass die Bereitstellung strukturierten Wissens zur Lösung komplexer technischer Fragestellungen an jedem Ort, zu jeder Zeit möglich ist. Dazu entwickeln wir Techniken und Systeme, mit denen heutige, komplexe Produktionssysteme geplant und im Betrieb unterstützt werden können.

Weitere Informationen finden sie unter [www.umsicht.fraunhofer.de/profil/leitthemen/](http://www.umsicht.fraunhofer.de/profil/leitthemen/)

# ORGANIGRAMM

## INSTITUTSLEITUNG

Institutsleiter: **Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner**

Stellv. Institutsleiter: **Dr.-Ing. Görgo Deerberg**

## GESCHÄFTSFELDER

### Nachwachsende Rohstoffe

**Dr.-Ing. Stephan Kabasci**

Stellvertreterin:  
Dipl.-Ing. Carmen Michels

- Bioverfahrenstechnik
- Chemische Konversion
- Kunststofftechnik

### Prozesstechnik

**Dr.-Ing. Görgo Deerberg**

Stellvertreter:  
Dipl.-Ing. Josef Robert

- Downstream Processing
- Wasser- und Abwassertechnik
- Mehrphasenreaktionstechnik

### Biofuels

**Dr.-Ing. Axel Kraft**

Stellvertreter:  
N. N.

- Katalytische Verfahren
- Raffineriekonzepte
- Biokraftstoffprozesse

### Werkstoffe und Systeme

**Dipl.-Ing. Jürgen Bertling**

Stellvertreter: Dr. rer. nat. Holger Wack /  
Dipl.-Ing. Marcus Rechberger

- Kunststoffcompounds und -bauteile
- Funktionelle Partikel und Komposite
- Hydrogele, Holz und Leder

### Produktionstechnische Informationssysteme

**Dipl.-Phys. Thorsten Wack**

Stellvertreter:  
Dipl.-Ing. Andreas Schröder

- Informations- und Wissensmanagement
- Umwelt- und Arbeitsschutzrecht
- Server Based Computing

### Energieanlagentechnik

**Dr. rer. nat. Thomas Marzi**

Stellvertreterin:  
Dr.-Ing. Barbara Zeidler-Fandrich

- Ersatzbrennstoffe
- Biogene Gase
- Biomassekonversion

### Energie-Effizienz-Technologien

**Dr.-Ing. Christian Dötsch**

Stellvertreter:  
Dr.-Ing. Wilhelm Althaus

- Energiespeicher
- Polygeneration
- Energiesystemoptimierung

### Ressourcenmanagement

**Dr.-Ing. Hartmut Pflaum**

Stellvertreter:  
Dr.-Ing. Markus Hiebel (MSc)

- Stoffstrommanagement/Kreislaufwirtschaft
- Netzwerke/Supply Chain Management
- Innovationsprozesse

## NETZWERKE

### Entwicklungs- und Demonstrationszentren

### Hochschul-Kooperationen

### Kuratorium

### Förderverein

### Außenstelle Willich

**Dipl.-Ing. Carmen Michels**

Stellvertreter:  
Dipl.-Ing. Thomas Eisenburger

### Weiterbildung/ Fraunhofer Academy

**Dipl.-Ing. Anja Gerstenmeier**

## INFRASTRUKTUR

### Verwaltung

**Dipl.-Betw. Andreas Weber**

Stellvertreterin:  
Dipl.-Region.-Wiss. Nina Junen

### IT-Management

**Dipl.-Ing. Andreas Schröder**

Stellvertreter:  
Dipl.-Inform. Christian Knermann

### Bibliothek

**Dipl.-Bibl. Kerstin Hölscher**

### Public Relations

**Dipl.-Chem. Iris Kumpmann**

### Innovationsmanagement/ Schutzrechte

**Dr.-Ing. Hartmut Pflaum**

### Zentrale Technische Dienste

**Dipl.-Ing. Richard Sprick**

Stellvertreter:  
Dipl.-Ing. Joachim Hillers

### Chemisches Analysenlabor

**Dr.-Ing. Edda Möhle**

Stellvertreterin:  
Dr. rer. nat. Anna Fastabend

### Arbeitssicherheit und Umweltschutz

**Dr.-Ing. Ulrich Seifert**

Stellvertreter:  
Dipl.-Ing. Jürgen Stein



## NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

Dr.-Ing. Stephan Kabasci  
Telefon: 0208 8598-1164  
Telefax: 0208 8598-1424  
stephan.kabasci@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1227

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### **Bioverfahrenstechnik**

Fermentative Wertstoffsynthese; Aufarbeitung biotechnologischer Produkte; Verwertung mikrobieller Biomasse, Extrakterstellung; Biogaserzeugung; biologische Abwasser-, Abluft- und Abfallbehandlung; Prüfung biologischer Abbaupotenziale; enzymatische Synthesen

#### **Chemische Konversion**

Plattformchemikalien, Monomere und Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen; Hydrierungen; Analytik (IR, TG, DSC, GC, HPLC, GPC, Viskosimetrie); Bioraffineriesysteme

#### **Kunststofftechnik**

Werkstoffentwicklung: Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen, biologisch abbaubare Polymere, holzfaserverstärkte Compounds, kundenspezifische Spezialblends; Compoundierung; spritzgegossene oder extrudierte Prototypen, Klein- und Vorserien; Werkstoff- und Bauteilprüfungen; thermochemische und spektroskopische Analytik

## PROZESSTECHNIK

Dr.-Ing. Görgo Deerberg  
Telefon: 0208 8598-1107  
Telefax: 0208 8598-1290  
goerge.deerberg@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1282

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### **Downstream-Processing**

Prozessentwicklung; Bioraffinerie; Verfahrensentwicklung für Membranen, Mikrosiebe und thermische Trennverfahren; Prozessmedienreinigung; Aufbereitung von Fermentationslösungen; Phytowertstoffe; Musterchargenaufbereitung

#### **Wasser- und Abwassertechnik**

Wertstoffrückgewinnung; Säureaufbereitung; Wasserkreislaufschließung; dezentrale Wasser- und Abwassertechnologie; Entkeimung; Rohrleitungstechnik; Netzwerk- und Druckstoßsimulation

#### **Mehrphasenreaktionstechnik**

Verfahrensentwicklung und -optimierung mehrphasiger Prozesse der Chemie und Biotechnologie; Musterchargenherstellung; Prozessintensivierung; Prozessmodellierung und -simulation; Optimierung; CFD; Reaktionskalorimetrie



## BIOFUELS

Dr.-Ing. Axel Kraft

Telefon: 0208 8598-1167

Telefax: 0208 8598-1322

axel.kraft@umsicht.fraunhofer.de

Information/Sekretariat: 0208 8598-1282

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Katalytische Verfahren

Gasphasenumwandlung von Fetten, Ölen und nachwachsenden Stoffen zu biogenem Diesel und Benzin; alternative Wege zu Biodiesel und Partialglyceriden; Prozesse zur Nutzung von Rohglycerin aus der Biodieselerstellung; Synthese von Butanol aus Ethanol; Katalysatorherstellung, Katalysatorlebensdauer- und Recyclingtests; chemische Verfahrensentwicklung

#### Raffineriekonzepte

Ganzheitliche Nutzung von Ölpflanzen; Umwandlung von biobasierten Alkoholen und Polyalkoholen zu industriellen Zwischen- und Endprodukten; Herstellung von Milchsäure und deren Derivaten aus nachwachsenden Rohstoffen; chemische Ligninspaltung; Analyse von Kraftstoffen und chemischen Zwischenprodukten mit chromatographischen Methoden (GC, GC-MS, LC-MS); Onlineanalytik; thermische Analyse

#### Biokraftstoffsysteme

Entwicklung von Prozessen und Synthesen für biobasiertes Benzin, Diesel, Kerosin, Butanol und LPG; Festbettreaktoren und Druckreaktoren; Batch- und kontinuierliche Reaktoren; destillative Aufarbeitung; Verarbeitung von biologischen Reststoffen zu Kraftstoffen

## WERKSTOFFE UND SYSTEME

Dipl.-Ing. Jürgen Bertling

Telefon: 0208 8598-1168

Telefax: 0208 8598-1424

juergen.bertling@umsicht.fraunhofer.de

Information/Sekretariat: 0208 8598-1227

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Kunststoffcompounds und -bauteile

Compoundierung technischer Kunststoffe (TPU, TPE, POM, PBT, PA, PP); Anwendungsbereiche: Tribologie, Dichtungen, Beschichtungen, Spritzguss- und Sinterbauteile; Verarbeitungstechniken: Schmelzemischen, Spritzgießen, Profil- und Folienextrusion, Rapid Prototyping, Pulverspritzen, Wirbelsintern, Zerkleinerung und Granulation, Hochdruckversprühen, Imprägnierung

#### Funktionelle Partikel und Komposite

Herstellung von Mikrokapseln, Mikrohohlkugeln, Nano- und Mikropartikeln, Hydrogelpartikeln als Trägersysteme; bionische Werkstoffkonzepte (Tribologie, Selbstheilung); Polymerausrüstung mit Indikatoren, Latentwärmespeichern (PCM), Aromaausrüstung (PCM), Effektpigmenten; FEM und DEM-Simulationen

#### Hydrogele, Holz und Leder

Schaltbare Hydrogele; selbstreparierende Dichtungssysteme; Volumenimprägnierung, Extraktion und Dekontamination von Hölzern; Ledergerbung mit überkritischem Kohlendioxid



## PRODUKTIONSTECHNISCHE INFORMATIONSSYSTEME

Dipl.-Phys. Thorsten Wack  
Telefon: 0208 8598-1278  
Telefax: 0208 8598-1425  
thorsten.wack@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1278

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Informations- und Wissensmanagement

Informationslogistik; Datenakquisition; Datenkonsolidierung; Visualisierung; bedarfsgerechte Benutzerschnittstellen; Datenbankarchitekturen; Business Intelligence; Prozesslogik; Local-Based Information Providing

#### Server Based Computing

Application Service Providing; Betriebskonzepte; serviceorientierte Architekturen; Rollenkonzepte; Zugangstechnik; Endgeräte

#### Umwelt- und Arbeitsschutzrecht

Rechtssichere Aufbau- und Ablauforganisation, nachhaltige Unternehmensdokumentation; Gefahrstoffverwaltung und -information; Leitfäden; Genehmigungsverfahren; Sicherheitsbetrachtungen und -konzepte

## ENERGIEANLAGENTECHNIK

Dr. rer. nat. Thomas Marzi  
Telefon: 0208 8598-1230  
Telefax: 0208 8598-1423  
thomas.marzi@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1270

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Feste Brennstoffe aus Biomasse und Abfällen

Verbrennung (z. B. von Holz, EBS, Klärschlamm), Rostfeuerungssysteme, Ersatzbrennstoffe, Brennstoffcharakterisierung, Entwicklung von »waste to energy«-Konzepten; Asche und Schlacke

#### Biogene Gase

Biogaseinspeisung in Erdgasnetze, katalytische und adsorptive Reinigung, Entwicklung selektiver Adsorbentien, Sauerstoffabtrennung, Analytik, mobile Versuchsstände zur vor-Ort-Entwicklung, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Deponiegasnutzung, Brennertechnik

#### Biomassekonversion

Synthesegasnutzung; Studien/Gutachten; Entwicklung von Biomasse-KWK-Technologie; katalytische Teerreformierung; Teermessungen



## ENERGIE-EFFIZIENZ-TECHNOLOGIEN

Dr.-Ing. Christian Dötsch  
Telefon: 0208 8598-1195  
Telefax: 0208 8598-1423  
christian.doetsch@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1270

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Elektrische Energiespeicher

Entwicklung von Redox-Flow-Batterien; Testung von Li-Batterien sowie Optimierung von CAES-Anlagen und Integration und Einsatzoptimierung von Speichern im Netz

#### Polygeneration

Entwicklung, Optimierung, Bau, Systemintegration von ORC-Anlagen, vorwiegend zur Abwärmeverstromung, z. B. bei Motoren, thermischen Solarkraftwerken und Holz-Heizkraftwerken in der Leistungsklasse 20-200 kW<sub>el</sub>

#### Thermische Kälteerzeugung/-speicherung

Dampfstrahlkältetechnik (Abwärme, Solar) 5-1000 kW;  
Absorptionskältetechnik (Abwärme, Solar) 5-1000 kW;  
Kältespeicherung (PCM/PCS)

#### Energiesystemoptimierung

Modellierung und Optimierung von zentralen und dezentralen Energiesystemen zur Versorgung mit Strom, Wärme, Kälte; LowEx; Machbarkeitsstudien

## RESSOURCENMANAGEMENT

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum  
Telefon: 0208 8598-1171  
Telefax: 0208 8598-1289  
hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de  
Information/Sekretariat: 0208 8598-1122

---

### Unsere Kompetenzen

---

#### Stoffstrommanagement/Kreislaufwirtschaft

Optimierung von Stoff- und Energiekreisläufen; Recyclingkonzepte; Benchmarking technischer Systeme mit Kennzahlen; Kosten-Nutzen-Analysen zur Entscheidungsunterstützung; ökologische und ökonomische Optimierung von Kreislaufwirtschaftsnetzwerken; Biomassepotenzialerhebung und -bewertung, Szenarienanalysen, Nachhaltigkeitsmanagement

#### Netzwerke/Supply Chain Management

Analyse und Optimierung von Stoff- und Energieflusssystemen; Standortplanung und -optimierung; Optimierung technischer und infrastruktureller Prozesse und Abläufe; Masterpläne zur Entscheidungsvorbereitung, Entwicklung und Management von Netzwerkprojekten

#### Innovationsprozesse

Innovations- und Wissensmanagement; Ideenfindung und -umsetzung; Entwicklung und Begleitung von Innovationsprozessen; Marktrecherchen und -analysen; Technologietrends; Roadmaps; Marketing/PR; Schutzrechts- und Lizenzstrategien



## VERWALTUNG

Dipl.-Betw. Andreas Weber  
Telefon: 0208 8598-1226  
Telefax: 0208 8598-1290  
andreas.weber@umsicht.fraunhofer.de

- Finanzen/Controlling/Verträge
- Personalentwicklung



## PUBLIC RELATIONS

Dipl.-Chem. Iris Kumpmann  
Telefon: 0208 8598-1200  
Telefax: 0208 8598-1289  
iris.kumpmann@umsicht.fraunhofer.de

- Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
- Veranstaltungsmanagement
- Mediengestaltung Digital und Print



## IT-MANAGEMENT

Dipl.-Ing. Andreas Schröder  
Telefon: 0208 8598-1131  
Telefax: 0208 8598-1425  
andreas.schroeder@umsicht.fraunhofer.de

- Netzwerkmanagement
- Individuelle IT-Infrastruktur
- Messdatenmanagement



## ARBEITSSICHERHEIT UND UMWELTSCHUTZ

Dr.-Ing. Ulrich Seifert  
Telefon: 0208 8598-1127  
Telefax: 0208 8598-1290  
ulrich.seifert@umsicht.fraunhofer.de

- Beratung und Koordination
- Sicherheitsanalysen und -prüfungen
- Genehmigungsverfahren



## **BIBLIOTHEK – FACHINFORMATIONSSERVICE**

Dipl.-Bibl. Kerstin Hölscher  
Telefon: 0208 8598-1201  
Telefax: 0208 8598-1290  
kerstin.hoelscher@umsicht.fraunhofer.de

- Fachinformationsservice
- Publikationssupport
- Archiv



## **ZENTRALE TECHNISCHE DIENSTE**

Dipl.-Ing. Richard Sprick  
Telefon: 0208 8598-1182  
Telefax: 0208 8598-1425  
richard.sprick@umsicht.fraunhofer.de

- Technikum und Werkstätten
- Konstruktion/CAD
- Betriebstechnische Zentrale



## **INNOVATIONSMANAGEMENT/ SCHUTZRECHTE**

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum  
Telefon: 0208 8598-1171  
Telefax: 0208 8598-1289  
hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de

- Innovationsmanagement
- Schutzrechte/Lizenzen
- Internationale Projekte/EU



## **CHEMISCHES ANALYSENLABOR**

Dr.-Ing. Edda Möhle  
Telefon: 0208 8598-1231  
Telefax: 0208 8598-1424  
edda.moehle@umsicht.fraunhofer.de

- Anorganische Analytik
- Organische Analytik
- Methodenentwicklung



# VON NÜTZLICHEM, EISDIELEN UND »LIEBLING COMPUTER«

Im Gespräch mit Dipl.-Phys. Thorsten Wack

**1. Alle fünf bis sieben Jahre verdoppelt sich das weltweite Wissen. Sie entwickeln mit ihrem Team Informations- und Managementsysteme, um das unnötige Wissen vom wertvollen Wissen zu trennen.**

**Wie sehen solche Systeme aus?**

Solche Systeme bestehen aus zwei Komponenten. Eine Komponente strukturiert das Wissen. Sie legt den richtigen Ordner für die richtigen Inhalte an. Die zweite Komponente durchsucht diese Inhalte mit dem Ziel, relevante Dokumente zu extrahieren. Das läuft ähnlich wie bei Google, nur, dass dort im weltweiten Netz gesucht wird und nicht auf einem relativ kleinen Bestand an Dokumenten, wie bei einem Unternehmen.

**2. Gibt es bestimmte Branchen, für die diese Technik besonders interessant ist?**

Nein, diese Technik ist nicht auf eine Branche beschränkt. Viele unserer Kunden sind kleine und mittlere Unternehmen aus verschiedenen Bereichen, wie Metallverarbeiter oder Betreiber von Klär- und Müllverbrennungsanlagen. Spezialisiert haben wir uns mit unseren Entwicklungen, die immer eine Server-based-Computing-Komponente beinhalten, auf Unternehmen mit Filialistenstruktur. Unternehmen also, die viele gleichartige Kunden besitzen, die unter einem Dach agieren.

**3. Sie haben das Thema Server-based Computing angesprochen. Wie würden Sie einem Kind erklären, was das ist?**

Ich würde das Kind nehmen, wir würden in eine Eisdiele gehen und ich würde einfach das Thema auf etwas anderes lenken.

(lacht). Das Thema ist einigermaßen kompliziert.

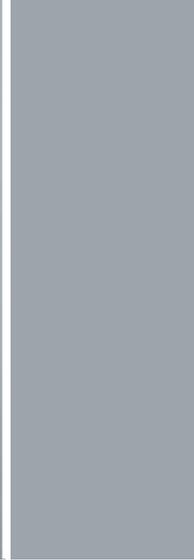
**4. Welches ist das erfolgreichste System, das bereits im Einsatz ist?**

GEVIS, das wir für die Gefahrstoffverwaltung der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt haben, ist die Mutter all unserer Projekte. Dort wird genau das gemacht, was ich eingangs gesagt habe: Wissen wird strukturiert und als Ganzes mit Suchmechanismen verfügbar gemacht. Dieses System ist 2007 bei Fraunhofer in Betrieb gegangen und wird dort sehr intensiv genutzt.

**5. An welchem Projekt arbeiten Sie momentan?**

Momentan beschäftige ich mich mit Rechnervirtualisierung. Dabei läuft nicht nur ein Betriebssystem auf einem Arbeitsplatz-PC, sondern ein Computer ist das Gastsystem für zahlreiche unterschiedliche Betriebssysteme, die auf ihm virtualisiert sind. Ein solches System entwickeln wir derzeit für die Fraunhofer-Gesellschaft. Für jedes der 59 Fraunhofer-Institute soll eine Virtualisierungsplattform bereit gestellt werden, auf der bestimmte Unternehmensdienste wie der Domain Name Service oder auch E-Mail- oder Kommunikationssysteme abgebildet werden können. Zurzeit entwickeln wir die Grundlagen, um auf einem sogenannten BladeCenter künftig eine Vielzahl von virtuellen Computern betreiben zu können (mehr: S. 78/89).

**6. Obwohl Wissensmanagementsysteme nützlich sind, schrecken Unternehmen oft vor großen Datenbanken**



**zurück. Gibt es kleinere Lösungen und wie sehen die aus?**

Natürlich gibt es kleinere Lösungen, bei denen sind jedoch immer Abstriche nötig. Deshalb propagieren wir »Software as a Service«. Das ist ein Betriebsmodell, bei dem die IT nicht mehr beim Kunden gehostet, sondern zentral gehalten wird. Der Endanwender braucht keine eigenen Softwareprodukte mehr, da er alle Services ausgelagert hat und diese on demand – also so wie er sie braucht – abrufen kann.

**7. Beruflich haben wir einiges von Ihnen erfahren. Jetzt möchten wir etwas Privates über Sie wissen. Wie schaffen Sie es persönlich, Unwichtiges von Wichtigem zu trennen?**  
Schwer (lacht). Prinzipiell wird man mit vielen Dingen bombardiert, die man zu bedienen versucht. Da eine richtige Priorisierung vorzunehmen, ist oft schwierig. Was das Finden und Aufbewahren von Informationen angeht, bin ich durch meine Arbeit ganz gut mit Algorithmen und Systematiken ausgerüstet. Das kriege ich gut in den Griff.

**8. Haben Sie ein technisches Lieblings-Gerät?**

Oh. Ich glaube, der Computer ist mein Lieblings-Gerät. Meinen ersten programmierbaren Taschenrechner habe ich mir mit 9 Jahren gekauft. Ich war von Kindesbeinen an mit Technik konfrontiert und von ihr gefesselt.

**9. Lesen Sie am Computer oder liegt ein Buch bei Ihnen daheim auf dem Nachtsch?**

Am Computer lesen kann ich sehr schlecht. Deshalb liegt auch beim mir zu Hause Literatur als Buch am Bett. Momentan lese ich »Limit« von Frank Schätzing. Ein interessantes Buch, in dem viel über die zukünftige Computertechnik fabuliert wird.

*Thorsten Wack ist Geschäftsfeldleiter der Abteilung Produktionstechnische Informationssysteme. Mit der Entwicklung von Computersoftware hat er an der TU Dortmund studierte Diplom-Physiker sein Hobby zum Beruf gemacht. Denn der Computer ist tatsächlich sein liebstes technisches Gerät. Schon mit neun Jahren war Thorsten Wack Feuer und Flamme für diesen Bereich und kaufte sich seinen ersten programmierbaren Taschenrechner. Nach getaner Arbeit findet der 39-Jährige mit Vorliebe Entspannung daheim bei Frau und Sohn oder in der Musik. Wenn er selbst nicht gerade Akkordeon, Schlagzeug oder Gitarre spielt, hört er von Klassik bis hin zu Hardrock/ Heavy Metal fast alles an Musik.*

*Frank Schätzing: Limit.  
Verlag Kiepenheuer & Witsch 2009.;  
ISBN-10: 3462037048*



## DUALES STUDIUM

Als Duales Studium wird ein Hochschulstudium mit fest integrierten Praxisblöcken in Unternehmen bezeichnet. Von »klassischen« Studiengängen unterscheidet es sich durch einen höheren Praxisbezug, der abhängig von Studiengang und Hochschule variiert.

Aber nicht nur das: Üblicherweise erwerben die Studierenden darüber hinaus den Abschluss in einem anerkannten Ausbildungsberuf.

Die Kooperative Bachelor-Ausbildung im Fachbereich Chemie der Hochschule Niederrhein bietet Abiturienten und Fachoberschülern die Möglichkeit, in einem kompakten Ausbildungsgang von vier Jahren Studiendauer (einschließlich der Abschlussarbeit) einen Berufsabschluss und gleichzeitig den Bachelor-Abschluss zu erreichen. Zwei kooperativ aufgebaute Studiengänge werden am Fachbereich Chemie angeboten:

- Kooperativer Bachelor-Studiengang »Chemie und Biotechnologie«
- Kooperativer Bachelor-Studiengang »Chemieingenieurwesen«

## FOKUS AUSBILDUNG

Interview mit Lena Karsch

**Sie steht auf Sport und auf Naturwissenschaften: die 20-jährige Lena Karsch.**

**Sie will Chemielaborantin und Bachelor of Engineering werden und das zeitgleich. Wie das geht? Das erzählt sie uns. Wenn Lena nicht gerade bei Fraunhofer UMSICHT im Labor arbeitet oder im Hörsaal sitzt, geht sie ihrem Lieblingssport, dem Jiu Jitsu nach oder trifft sich mit Freunden. Übrigens: 2009 errang Lena bei der 18. Jiu-Jitsu Weltmeisterschaft im englischen Blackpool die Bronzemedaille im Einzelwettkampf und die Goldmedaille im Team.**

**Sag mal Lena, wolltest Du schon immer Chemielaborantin werden?**

Ja, schon seit der Realschule, weil meine Lehrerin dort so toll war. Die hat so einen super Unterricht gemacht, dass ich mich wirklich für das Thema Chemie begeistert habe.

**Und wie bist Du auf Fraunhofer UMSICHT gekommen?**

Ich hab mich im Internet umgeschaut und hab durch Zufall auf einer Seite entdeckt, dass hier ausgebildet wird. Ich habe mich dann auf gut Glück beworben. Zu dem Zeitpunkt als ich mich beworben habe, war nämlich gar nicht sicher, ob eine Chemielaborantin ausgebildet wird. Ich hatte Glück, jetzt bin ich hier.

**Du machst bei UMSICHT ein duales Studium\*, das heißt Du wirst am Institut ausgebildet und studierst an der Hochschule Niederrhein in Krefeld Chemieingenieurwesen. Wie genau funktioniert das?**

Zeitlich ist es so, dass ich zwei Tage in der Woche zur Uni gehe und drei Tage bei UMSICHT bin. Inhaltlich lerne ich an der Uni genauso viel, wie ganz »normale Studierende«. Nur ist mein Studieninhalt auf vier anstatt auf drei Jahre ausgelegt. Dafür

ist meine Ausbildung verkürzt. Die dauert nur zwei anstatt dreieinhalb Jahre. So dass ich die letzten zwei Jahre meiner Ausbildung, nur noch zur Uni gehe.

**Du bist jetzt im ersten Lehrjahr. Erzähl doch mal was Du in Deiner Ausbildung so machst?**

Ich mache viel Praktisches, wie Versuche, allein um erst einmal die Techniken zu lernen. Später soll ich dann auch in Projekte miteinbezogen werden.

**Gibt es etwas, das Dir besonders viel Spaß macht?**

Ja, das praktische Arbeiten. Das ist sehr abwechslungsreich.

**Was gefällt Dir besonders an der Arbeit am Institut?**

Gut ist, dass ich immer jemanden fragen kann. Es gibt hier viele Studierende, die aktiv im Unterrichtsstoff drin sind und einem immer helfen. Auch alle anderen sind sehr hilfsbereit.

**Welche Interessen und Fähigkeiten sollte man für die Ausbildung mitbringen?**

Interesse an Naturwissenschaften ist auf jeden Fall wichtig. Außerdem sollte man keine zwei linke Hände haben.

**Wo werden Chemielaboranten gebraucht?**

In vielen unterschiedlichen Bereichen der Industrie. In welchem ich aber später einmal arbeiten möchte, weiß ich noch nicht. Ich konzentriere mich erst einmal voll und ganz auf meine Ausbildung und das Studium.





## WEITERBILDUNG/FRAUNHOFER ACADEMY

»Durch das interdisziplinäre Arbeiten habe ich gelernt, Problemstellungen aus sehr verschiedenen Winkeln zu beleuchten – dies lässt sich natürlich in andere Lebensbereiche übertragen. Darüber hinaus fördert das Fernstudium Selbstdisziplin und kontinuierliches Arbeiten. Weiterhin habe ich mich aus alten Denkmustern und vorhandenem Wissen in neue Felder gewagt und so nicht nur an einer Stelle über den Tellerrand hinausgeschaut«.

*Sonja Hage, Volkswagen AG, Wolfsburg (Absolventin des Studiengangs infernum)*

»Ich habe in drei Tagen noch nie so viel gelernt.«  
*Teilnehmer der Talent-School 2009 in Oberhausen*

# WEITERBILDUNG/ FRAUNHOFER ACADEMY

## Master-Studiengang infernum

Das Innovationstempo ist hoch, das wirtschaftliche Umfeld ändert sich ständig und die Globalisierung erzeugt zunehmenden Konkurrenzdruck aus dem Ausland. Wer sich all diesen Herausforderungen erfolgreich stellen will, kommt mit einem klassischen Fachstudium oder einer konventionellen Berufsausbildung allein oft nicht mehr aus. Lebenslange Weiterbildung ist heute ein Muss. Wir qualifizieren Fach- und Führungskräfte mit dem Ziel, die Innovationskraft Deutschlands zu stärken.

Das Interdisziplinäre Fernstudium Umweltwissenschaften infernum ([www.umweltwissenschaften.de](http://www.umweltwissenschaften.de)), das im Jahr 2005 als »Offizielles Projekt der Dekade der Vereinten Nationen zur Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005 bis 2014« ausgezeichnet wurde, vermittelt berufsbegleitend Umweltwissen aus mehr als zehn Fachgebieten und befähigt zu disziplinenübergreifendem Denken und Handeln. Beschäftigte in Wirtschaft, Verbänden, Wissenschaft und Verwaltung, Selbstständige und qualifizierte Einsteiger/innen in den Umweltbereich erhalten aktuelles Fachwissen und interdisziplinäres Know-how. infernum legt damit die Wissensbasis für die Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte von Nachhaltigkeit. Der Master-Studiengang befähigt zu vernetztem Denken und fördert Kreativität und Innovationsfähigkeit. Die Absolventinnen und Absolventen sind qualifiziert, nachhaltige Lösungsansätze komplexer umweltwissenschaftlicher Aufgaben in Unternehmen und Gesellschaft zu realisieren und als Promotorinnen und Promotoren mit Führungsverantwortung und strategischer Weitsicht zu agieren.

Als Fernstudium fördert infernum die Teilnehmenden darin, selbstständig und strukturiert zu arbeiten und sich Wissen gezielt anzueignen. Übersichtliche Lerneinheiten in Form von



Studienbriefen sowie internetgestützte Angebote vermitteln den Lehrstoff. Präsenzseminare und Exkursionen ergänzen das Angebot um aktuelle Forschungsergebnisse sowie Praxisbeispiele und vertiefen den Kontakt zwischen den Teilnehmenden sowie den betreuenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

Nach erfolgreichem Abschluss des akkreditierten Studiengangs wird der Master of Science (M.Sc.) verliehen. In Fernum wird in Kooperation mit der FernUniversität in Hagen angeboten und ist Bestandteil der Fraunhofer Academy.

Die Fraunhofer Academy ([www.academy.fraunhofer.de](http://www.academy.fraunhofer.de)) bündelt die Weiterbildungsangebote der Fraunhofer-Gesellschaft und bietet Fach- und Führungskräften ein exzellentes Angebot zur Fortbildung. Neueste Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung fließen unmittelbar in die Lehrinhalte ein. Dies garantiert einen einzigartigen Wissenstransfer aus der Fraunhofer-Forschung in die Unternehmen.

#### **Fraunhofer-Talent-School**

Die Talente von heute sind die Forscherinnen und Forscher von morgen. Schon heute mit kreativen, teamfähigen und leistungsmotivierten jungen Menschen in Kontakt zu treten, ist eine wichtige Grundlage für unsere Innovationen.

Seit dem Jahr 2009 nimmt Fraunhofer UMSICHT an der Fraunhofer-Talent-School teil. Die Talent-School ist ein Programm für talentierte und technisch interessierte Jugendliche der zehnten bis dreizehnten Jahrgangsstufe. In jeweils dreitägigen Workshops arbeiten die Schülerinnen und Schüler selbstständig und engagiert an spannenden wissenschaftlichen Themenstellungen wie beispielsweise »Bionik«, »Energieversorgung der Zukunft« und »Biotreibstoffe«. Ergänzt werden die Workshops

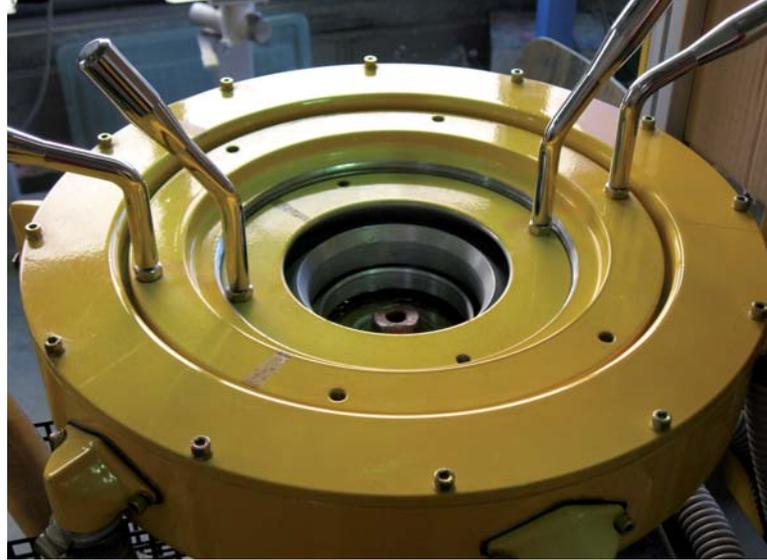
durch ein Rahmenprogramm, das einen interessanten Einblick in den Alltag der Forscherinnen und Forscher sowie in den nationalen und internationalen Wissenschaftsbetrieb bietet.

#### **Ansprechpartnerin**

Dipl.-Ing. Anja Gerstenmeier

Telefon 0208 8598-1111

[anja.gerstenmeier@umsicht.fraunhofer.de](mailto:anja.gerstenmeier@umsicht.fraunhofer.de)



## AUSSENSTELLE WILLICH

Fraunhofer UMSICHT betreibt eine Außenstelle in Willich (NRW) als Dienstleistungszentrum. Im Bereich Kunststofftechnik erweitert sie das FuE-Dienstleistungsspektrum des Instituts.

Anschrift:  
Siemensring 79  
47877 Willich

Sekretariat:  
Telefon 02154 9251-0  
Telefax 02154 9251-61

Eine detaillierte Anfahrtsbeschreibung finden Sie unter: <http://www.umsicht.fraunhofer.de/profil/anfahrt/>

## AUSSENSTELLE WILLICH

Kunden- und produktorientiert bietet Fraunhofer UMSICHT am Standort Willich umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Kunststoffcompounding und Werkstoffentwicklung an.

Die Eigenschaften heute verfügbarer Biokunststoffe müssen an die Anforderungen der Industrie angepasst werden. Strategie der Außenstelle Willich ist dabei die Entwicklung von maßgeschneiderten Compounds auf Basis kommerziell verfügbarer Biopolymere. Mit dem Einsatz von natürlichen Füll- und Verstärkungsstoffen, wie z. B. Holz- oder Gesteinsmehl und Naturfasern, sowie weiteren Additiven werden kunden- und anwendungsorientiert Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe entwickelt. Die Abbaubarkeit der Materialien kann je nach Anwendung in einem weiten Bereich eingestellt werden: Von der Zersetzung in wässriger Umgebung in wenigen Stunden, über den Bioabbau in wenigen Monaten unter Kompostbedingungen bis hin zur langjährigen Beständigkeit bei Normalgebrauch. Ein weiterer Schwerpunkt ist das maßgeschneiderte Design ressourcenschonender Werkstoffe wie holzfaserverstärkter Compounds, Nanocomposite und Recyclingkunststoffe.

Eine Reihe von Biokunststoffen wurde bereits bei Fraunhofer UMSICHT entwickelt. Produkte sind z. B. ein Spritzgießcompound auf Celluloseacetatbasis, ein Foliencompound mit Polymilchsäure, Trägerfolien für Selbstklebebänder, Kaschierfolien für bioabbaubare Windeln, eine hochtransparente Verpackungsfolie auf Polymilchsäurebasis, ein hydrophobierter Stärkeschaum zur Ziegelporosierung und eine Folie für spezielle Hygieneanwendungen, die sich in wässriger Umgebung schnell zersetzt. Aktuelle Forschungen befassen sich intensiv mit der Aufgabe des Schäumens von Biopolymeren für unterschiedliche Einsatzzwecke (mehr: S. 42/43).

Nach der Entwicklung und Optimierung der Compounds im Werkstofflabor können zeitnah auch größere Mustermengen



auf den industrienahen Anlagen im Compoundiertechnikum in Willich hergestellt werden. Dazu stehen 5 Doppelschneckenextruder mit Durchsatzleistungen von 10 bis 600 kg/h zur Verfügung. Die so erreichbaren kurzen Entwicklungszeiten bieten unseren Auftraggebern einen Marktvorsprung bei der Produkt-einführung.

Begleitend zur Prozess- und Werkstoffentwicklung werden mechanische und tribologische Werkstoffkennwerte ermittelt und Analysen zur Rheologie, zum thermischen Verhalten, zur chemischen Zusammensetzung sowie zur Struktur durchgeführt. Recyclingkonzepte, Markt- und Machbarkeitsstudien runden das Portfolio der Außenstelle Willich ab.

Ziel ist es, praxisnahe und wirtschaftliche Lösungen für Ihre Aufgaben zu entwickeln und Ihnen so einen Wettbewerbsvorsprung durch innovative Werkstoffe zu ermöglichen. Dafür stehen Ihnen eine breit gefächerte Palette technischer Anlagen vom Labor- bis Industriemaßstab und unser langjähriges Know-how zur Verfügung:

#### **Werkstofflabor:**

- Heiß-/Kaltmischer, Labtech LMX 10-S-VSFJ
- Labor-Walzwerk, Labtech LMR-SC-110/3E
- Labor-Pressen, Labtech LP-S-20
- Labor-Blasfolienanlage, Labtech LCR-300
- Labor-Doppelschneckenextruder, TSA EMP 26-40
- Labor-Flachfolienanlage, Labtech LCR-300
- Labor-Thermoformanlage, Kiefel KFG 37

#### **Prüflabor:**

- MFR-Prüfgerät, Meltfixer MVR MT
- MFR-Prüfgerät, CEAST TES-2
- Feuchtemessgerät, Sartorius MA-30
- Feuchtemessgerät, Aquatrac Brabender 3 E
- Vicat-Messgerät, Coesfeld HDT
- Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC), Mettler Toledo DSC 822
- Durchstoßmessgerät, CEAST 6789

#### **Extrusionstechnikum:**

- KM Berstorff ZE50A UTX
- KM Berstorff ZE50R UTXi
- Leistritz ZSE 70-36D
- Leistritz ZSE 40-36D
- APV MP 40TC-40D
- verschiedene Granulatorsysteme (Wasser-Ring-, Unter-Wasser- und Strang-Granulatoren)
- Fördersysteme und gravimetrische Dosierungen für die Verarbeitung pulver- und granulatförmiger sowie flüssiger Rohstoffe

#### **Ansprechpartnerin**

Dipl.-Ing. Carmen Michels

Telefon 0208 8598-1322

carmen.michels@umsicht.fraunhofer.de



#### ANSPRECHPARTNER:

-----

#### BIOTECHNOLOGISCHES LABOR:

Dr. Ute Merrettig-Bruns, Telefon 0208 8598-1229  
E-Mail: ute.merrettig-bruns@umsicht.fraunhofer.de

#### CHEMISCHES ANALYSENLABOR

Dr.-Ing. Edda Möhle, Telefon 0208 8598-1231  
E-Mail: edda.moehle@umsicht.fraunhofer.de

#### CHEMISCHES LABOR:

Dipl.-Ing. Jürgen Stein, Telefon 0208 8598-1128  
E-Mail: juergen.stein@umsicht.fraunhofer.de

#### HOCHDRUCKLABOR:

Dr. Andrea Springer, Telefon 0208 8598-1266  
E-Mail: andrea.springer@umsicht.fraunhofer.de

#### PHYSIKALISCHES LABOR:

Dipl.-Ing. Erich Jelen, Telefon 0208 8598-1277  
E-Mail: erich.jelen@umsicht.fraunhofer.de

## CHEMISCHES ANALYSENLABOR

Eine präzise und vertrauenswürdige Analytik ist eine Voraussetzung für die Bearbeitung von umwelt- und verfahrenstechnischen Fragen. Dem Institut steht dazu ein Labor mit einer umfassenden instrumentellen Ausstattung zur Verfügung, wozu auch modernste analytische Systemkombinationen gehören.

Das breite Spektrum des Leistungsangebots beinhaltet sowohl Normverfahren als insbesondere auch die Entwicklung innovativer, maßgeschneiderter Methoden. Beispiele aus unserem Analytikportfolio sind:

Beispiele aus unserem Analytikportfolio sind:

- Chromatographische Methoden: HPLC-MS, GC-MS, IC, GPC
- Thermoanalytische Methoden: DSC, TG (bis 1 000 °C und bis 1 600 °C)
- Spektroskopische Methoden: ICP-OES, IR (Reflexion und Transmission, Online-Kopplung, TG-IR-Kopplung, Filmpresse), UV/VIS, IR-Datenbanken
- Analytik von: Kunststoffen, Ersatzbrennstoffen (EBS), Fetten, Ölen, organischen Säuren, Alkoholen, Kunststoffen, Hormonen, Teer
- Elementaranalyse
- Charakterisierung von Brenn- und Biotreibstoffen

Die Validierung der Messergebnisse erfolgt u. a. über den Vergleich mit externen Labors (Ringversuche).



## BIOTECHNOLOGISCHES LABOR

Das biotechnologische Labor bearbeitet Aufgabenstellungen zur Reinigung verschmutzter Medien (Wasser, Boden, Luft), prüft biologische Abbau- und Produktionspotenziale und entwickelt neuartige mikrobiologische Verfahren im Labor- bis Technikumsmaßstab.

Als anerkanntes Prüflabor der Bundesgütegemeinschaft Kompost und anerkanntes Prüflabor der DIN CERTCO für Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Werkstoffen nach DIN EN 13432, DIN EN 14995, ASTM 6400 bieten wir

- mikrobiologische Analysen nach DIN, ISO, OECD-Verfahren,
- Untersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit unter aeroben und anaeroben Bedingungen (z. B. AT4 und GB21 nach Abfallablagerversordnung),
- Entwicklung biotechnologischer Produktionsverfahren,
- Gärtests nach VDI-Richtlinie 4630

## CHEMISCHES LABOR

Das chemische Labor umfasst:

- Parallelreaktorensystem, Reaktionskalorimeter
- Biofuels: Kleintechnische Anlagen zur Aufreinigung von Biodieselprodukten (Kurzwegdestillation, Miniplant zur Herstellung von Biodiesel)
- DSP: Kleintechnische Anlagen zur Aufreinigung und Aufkonzentration von Produktströmen (Rektifikation, Extraktion, Kristallisation)
- SynLab: Chemische Synthese, Schutzgas- und Vakuumanlagen, sowie Druckreaktoren, Einsatz von Spezialgasen

Analytische Fragestellungen werden in Zusammenarbeit mit dem Analysen- und dem physikalischen Labor bearbeitet.

## PHYSIKALISCHES LABOR

Das Portfolio zur Charakterisierung von Dispersionen, Pulvern, polymeren Compounds, Hydrogelen, Nano- und Mikropartikeln für Materialwissenschaft und Partikeltechnik umfasst:

- Partikelgröße und -form (u. a. statische und dynamische Lichtstreuung, Siebung, Mikroskopie)
- Grenzfläche und Porenstruktur (u. a. Tensiometrie, Elektrophorese, Quecksilberporosimetrie, Gassorption)
- Zusammensetzung, Struktur und Phasenumwandlungen (u. a. Thermoanalyse, Rotationsrheometrie, IR-Spektroskopie)
- Ermittlung mechanischer Kennwerte (u. a. Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch, tribologische Messungen)

## HOCHDRUCKLABOR

Das Hochdrucklabor besteht aus vier mit moderner Mess- und Automatisierungstechnik ausgestatteten Versuchsanlagen:

- zwei Festbettreaktorsystemen, welche für unterschiedliche Durchsätze ausgelegt sind,
- einem diskontinuierlich arbeitenden Rührkesselreaktor und
- einer Anlage zur chemischen Konversion biogener Synthesegase.

Die Festbettreaktoren und der Rührkesselreaktor sind vollautomatisiert und können daher rund um die Uhr betrieben werden.

Für die Onlineverfolgung von Reaktionen steht ein IR-Gerät inklusive Sonde, welche für hohe Drücke und Temperaturen ausgelegt ist zur Verfügung.

# NACHWACHSENDE ROHSTOFFE



Dr.-Ing. Stephan Kabasci,  
Geschäftsfeldleiter  
Nachwachsende Rohstoffe

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stephan Kabasci'.

Wir entwickeln und optimieren technische Prozesse zur Gewinnung von Wertstoffen und zur Erzeugung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen und aus biogenen Reststoffen. Unsere Stärken liegen in der Anwendung biotechnologischer Verfahren und chemischer Konversionsschritte sowie in der Kunststofftechnik.

---

GÜLLE FÜR BIOGASANLAGEN: STIMMT DIE QUALITÄT?

---

KRAFTSTOFFE AUS ALGEN: KOSTEN IM BLICK

---

RESSOURCENEFFIZIENZ BEIM SPRITZGIESSEN MIT  
BIOKUNSTSTOFFEN

---

WARME SPEISEN UMWELTFREUNDLICH VERPACKEN



In Biogasanlagen werden organische Stoffe unter Luftabschluss vergoren. Als Gärsubstrate können beispielsweise Gülle (z. B. Kot, Harn), Abfälle und Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie (z. B. Brennereischlempe) sowie Pflanzen oder Pflanzenbestandteile (z. B. Silage) verwendet werden. Die Gärsubstrate werden zum Vergären in den Gärbehälter (Fermenter) gegeben. Darin findet der Abbau der Gärsubstrate durch Bakterien statt. Das hierbei entstehende methanreiche Biogas wird in Blockheizkraftwerken zur Produktion von Strom und Wärme genutzt. Die darüber hinaus entstehenden flüssigen Gärreste können als Dünger verwendet werden.

## GÜLLE FÜR BIOGASANLAGEN: STIMMT DIE QUALITÄT?

**Biogasanlagen überführen Biomasse in Biogas und flüssige Gärprodukte. Strom, Wärme und Dünger stehen am Ende der Prozesskette. Läuft der Vergärungsprozess optimal, sind die Biogasmengen und die Methangehalte im Biogas hoch. Wird Gülle als Rohstoff eingesetzt, können Medikamentenrückstände die Vergärung stören: Reduzierte Biogausausbeuten und -qualitäten sind die Folge. Antibiotika, Desinfektionsmittel und Kupfersulfat werden häufig in der Tierhaltung eingesetzt. Ihre Wirkung auf den Biogasprozess wurde im Rahmen eines IGF-Vorhabens<sup>1</sup> untersucht.**

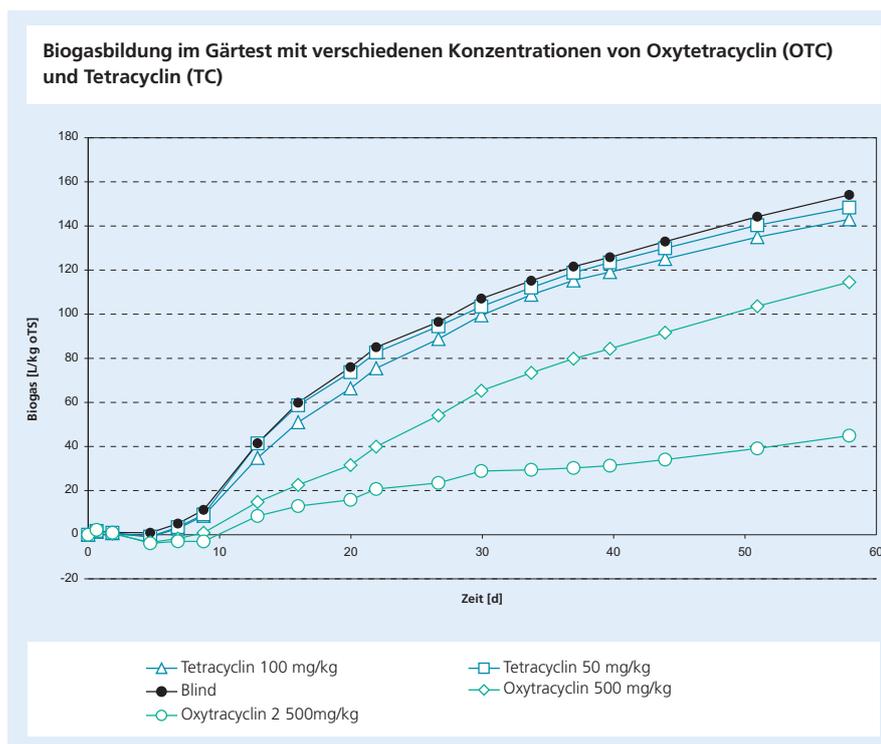
Die Untersuchung der Wirkung möglicher Hemmstoffe erfolgte im Labormaßstab mit Hilfe von Gärtests. Die Grafik zeigt den Verlauf der Biogasbildung unter Einwirkung der Antibiotika Oxytetracyclin und Tetracyclin. Es ist zu sehen, dass die Biogausausbeute mit zunehmender Hemmstoffkonzentration sinkt. Für einzelne häufig eingesetzte Antibiotika, Desinfektionsmittel und für Kupfersulfat, das über die Verwendung kupferhaltiger Futtermittel oder durch unkontrollierte Ausschwemmungen bei der Klauendesinfektion in die Gülle gelangen kann, wurde die Hemmwirkung bei unterschiedlichen Konzentrationen betrachtet. Auf Basis dieser Laborversuche konnten für die einzelnen Stoffe Schwellenwertbereiche ermittelt werden, die angeben, in welchem Konzentrationsbereich eine Hemmwirkung zu erwarten ist. Wenn Betreiber von Biogasanlagen die Gülle im Vorfeld testen oder die verabreichte Medikamentenart und -menge bekannt sind, lässt sich anhand der Schwellenwertbereiche einschätzen, welche Maßnahmen (Verdünnung der Gülle oder Ablehnung der Güllecharge) einzuleiten sind, damit die Biogaserzeugung nicht gestört wird.



Beim Einsatz der Antibiotika Chlortetracyclin und Sulfamethazin zur Behandlung erkrankter Tiere kann es zu einer Verringerung der Biogasausbeute kommen. Sulfadiazin wirkt in den therapeutisch eingesetzten Mengen nicht hemmend und wird im Gegensatz zu Sulfamethazin im Laufe des Biogasprozesses abgebaut. Desinfektionsmittel wie quartäre Ammoniumverbindungen und Triclosan können hemmend wirken, falls sie z. B. nach Überdosierungen bei der Anwendung in zu hohen Konzentrationen in die Gülle gelangt sind. In einem Beispielfall wurde nachgewiesen, dass die unsachgemäße Anwendung von Kupfersulfat sich negativ auf die Biogasausbeute ausgewirkt hatte.

Der Abschlussbericht zu diesem Forschungsvorhaben<sup>1</sup> (Nr. 185 Z, Entwicklung eines mikrobiellen Schnelltests zur Identifizierung von Hemmstoffen bei anaeroben Gärprozessen) steht zum Download bereit unter: [www.veu.de](http://www.veu.de) (Publikationen/Schlussberichte)

<sup>1</sup>Das Forschungsvorhaben wurde im Programm zur Förderung der »Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)« vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.



**Ansprechpartner:**  
 Dipl.-Ing. Bettina Sayder  
 Telefon: 0208 8598-1403  
 E-Mail: [bettina.sayder@umsicht.fraunhofer.de](mailto:bettina.sayder@umsicht.fraunhofer.de)

Dr. Ute Merrettig-Bruns  
 Telefon: 0208 8598-1229  
 E-Mail: [ute.merrettig-bruns@umsicht.fraunhofer.de](mailto:ute.merrettig-bruns@umsicht.fraunhofer.de)

**Projektpartner:**  
 Dr. Jochen Türk, Hanna Vitz, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA), Duisburg  
 Prof. Dr. Gerd Hamscher, M. Sc.  
 Dipl.-Ing. Siegrun Mohring, Institut für Lebensmitteltoxikologie und Chemische Analytik, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover



Algen sind schnellwachsende, im Wasser lebende Organismen. Den für ihr Wachstum notwendigen Kohlenstoff beziehen sie aus Kohlendioxid. Ihre Inhaltsstoffe, wie Pigmente, Antioxidantien und Polysaccharide machen sie zu einem wichtigen Rohstoff für die Nahrungsmittel-, Kosmetik- und pharmazeutische Industrie.

Der hohe Lipidgehalt einiger Mikroalgen macht diese für die Biokraftstoffindustrie interessant. Lipide sind hydrophobe organische Stoffe, beispielsweise Öle, die für die Herstellung von Biodiesel benötigt werden. Makroalgen werden in erster Linie für die Nahrungsmittelindustrie produziert und spielen im Kraftstoffbereich bislang keine Rolle.

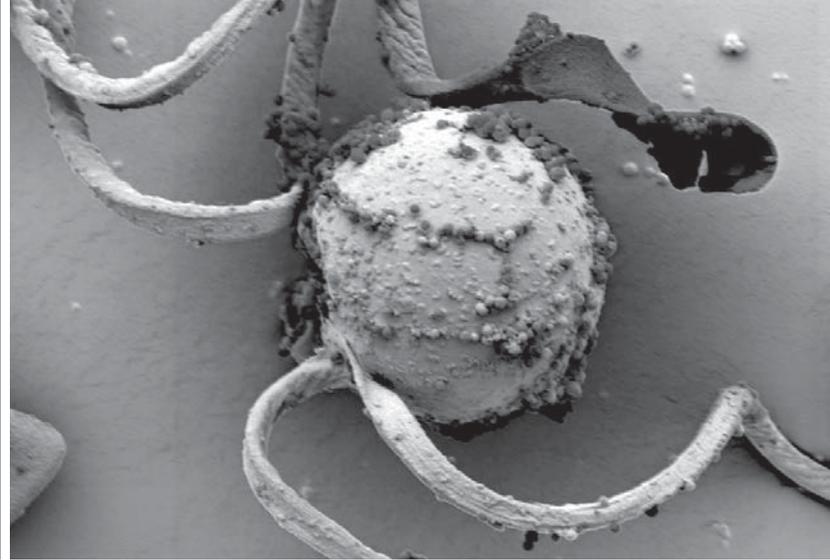
## KRAFTSTOFFE AUS ALGEN: KOSTEN IM BLICK

Die Treibstoffindustrie hat ein Auge auf Algen als Rohstofflieferanten geworfen. Gegenstand des Interesses sind Mikroalgen ab einer Größe von vier Mikrometern. Wie Treibstoff durch die Kultivierung von Algen gewonnen werden kann und wieviel das kostet, sind aktuelle Fragen an die Forschung. Schnelles Wachstum, hoher Ölgehalt bezogen auf die Anbaufläche, ackerfreie Kultivierung ohne Flächenkonkurrenz mit Agrarprodukten stehen hohen Produktions- und Erntekosten gegenüber. Eine Sensitivitätsanalyse zur Kostenstruktur bei der Algenkultivierung identifiziert die aussichtsreichsten Einsparpotenziale.

Algen brauchen keinen fruchtbaren Boden zum Wachsen. Im Gegensatz zu ölreichen Feldpflanzen konkurrieren sie nicht um Flächen für den Lebensmittelanbau. Weiterhin wachsen sie schnell und weisen Ölausbeuten bezogen auf die Anbaufläche auf, die die Ausbeuten der Feldpflanzen (z. B. Ölpalme, Raps, Soja) um ein Vielfaches übersteigen. Aufgrund dessen werden Algen in der Öffentlichkeit als Rohstoffe sehr positiv bewertet.

Ein Blick auf die bislang hohen Produktionskosten bremst die kommerzielle Treibstoffgewinnung aus Algen jedoch erheblich. Gegenwärtig kann Algenöl nicht mit dem Öl der Feldpflanzen konkurrieren. Einen hohen Kostenanteil bei der Ölgewinnung nimmt die Algenernte ein, die durch die geringe Zellgröße der Mikroalgen und deren niedrige Konzentration in der Kulturbrühe erschwert wird.

Die gängigen Verfahren zur Ernte sind Sedimentation, Filtration und Zentrifugation. Aufgrund der geringen Sinkgeschwindigkeiten der Zellen müssen bei der Sedimentation Flockungs-

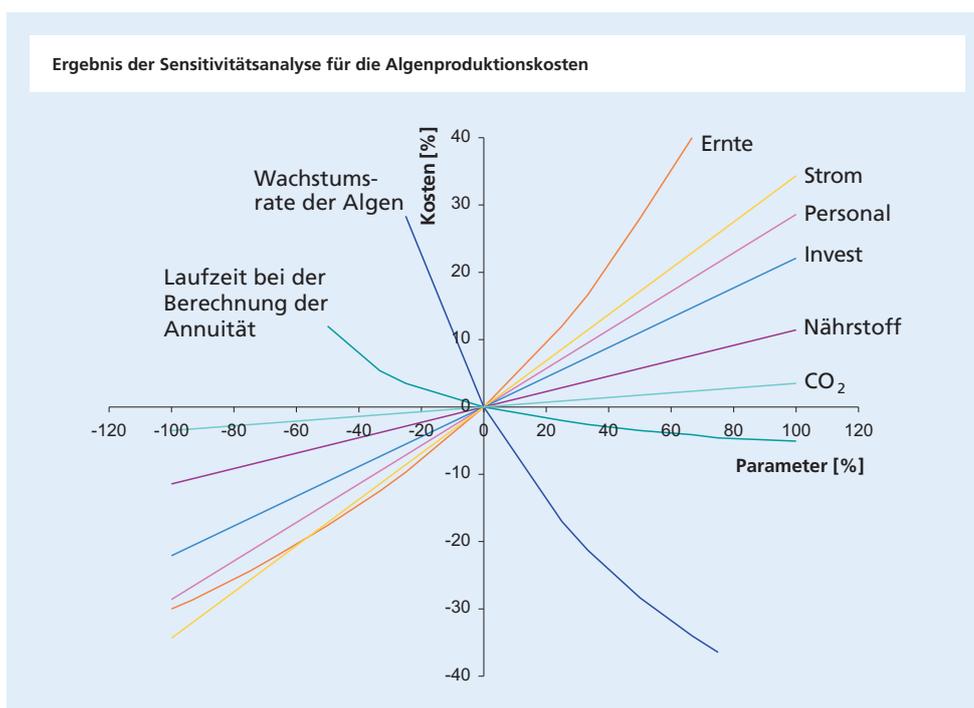


mittel zugegeben werden. Auch die Filtrationsverfahren sind zeitintensiv und werden vor allem für die größeren Mikroalgen bei geringen zu verarbeitenden Volumina eingesetzt. Mit der Zentrifugation können zwar in kurzer Zeit große Volumina verarbeitet werden, jedoch ist der Energieaufwand hoch.

Die Grafik zeigt die Ergebnisse einer bei Fraunhofer UMSICHT durchgeführten Sensitivitätsanalyse zur Kostenstruktur bei der Algenkultivierung. Ausgehend von einem Basisfall, dargestellt im Koordinatenursprung, wurden die unterschiedlichen Einflussgrößen einzeln variiert. Dem Diagramm ist zu entnehmen, um welchen Anteil sich die Produktionskosten in Folge der Parametervariation ändern. Nennenswerte Einsparungen lassen sich vor allem durch

eine Maximierung des Algenwachstums, eine Minimierung des Stromverbrauchs sowie eine Verbesserung der Erntetechniken erzielen.

Die Wachstumsraten können durch biotechnologische Methoden oder die Entwicklung geeigneter Photobioreaktoren gesteigert werden. Parallel müssen energiesparende Erntemethoden entwickelt und bestehende Verfahren optimiert werden, um eine kosteneffiziente Produktion von Wert- und Treibstoffen aus Algen zu ermöglichen.



**Ansprechpartnerinnen:**  
Dr.-Ing. Ulrike Ehrenstein  
Telefon: 0208 8598-1156  
E-Mail: [ulrike.ehrenstein@umsicht.fraunhofer.de](mailto:ulrike.ehrenstein@umsicht.fraunhofer.de)

Dipl.-Ing. Bettina Sayder  
Telefon: 0208 8598-1403  
E-Mail: [bettina.sayder@umsicht.fraunhofer.de](mailto:bettina.sayder@umsicht.fraunhofer.de)



Der Begriff »Biokunststoff« wird für unterschiedliche Materialgruppen verwendet:

1. Bei Kunststoffen, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, steht die Vorsilbe »Bio« für die Herkunft der Rohstoffe und grenzt die Biokunststoffe von den konventionellen erdölbasierten Kunststoffen ab.
2. Bei biologisch abbaubaren Kunststoffen beschreibt die Vorsilbe »Bio« die Materialeigenschaft und zeigt, dass ein Abbau durch Mikroorganismen erfolgt. Biologisch abbaubare Kunststoffe gibt es sowohl auf Basis nachwachsender Rohstoffe als auch erdölbasiert.
3. Bei biologisch verträglichen oder im menschlichen oder tierischen Körper absorbierbaren Medizinprodukten drückt die Vorsilbe »Bio« das Einsatzgebiet eines Kunststoffs in einem lebenden Organismus aus.

Im Beitrag wird der Begriff Biokunststoff für Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet.

## RESSOURCENEFFIZIENZ BEIM SPRITZGIEßEN MIT BOKUNSTSTOFFEN

Eine große Anzahl erfolgreicher Produkte und hohe Wachstumsraten belegen, dass die Entwicklung verschiedener konkurrenzfähiger Biokunststoffe gelungen ist. Fraunhofer UMSICHT hat Teil an dieser umweltfreundlichen Innovation: Unter dem Handelsnamen Biograde® entwickelte es gemeinsam mit der FKUR Kunststoff GmbH eine auf Cellulose basierende spritzgießbare Biokunststoffserie und berät Spritzgießverarbeiter und Werkzeugbauer bezüglich der technischen Anwendung des Werkstoffs. Werden die spezifischen Eigenschaften von Biograde® bei der Gestaltung von Kunststoffteilen, Spritzgießwerkzeugen und beim Produktionsprozess beachtet, lässt sich sowohl die Effizienz des Herstellungsprozesses optimieren als auch Rohstoff einsparen.

Der »Biowerkstoff des Jahres 2008«, Biograde®, ist je nach Typ transparent oder gefüllt, kratzfest und einfärbbar. Typische Produkte sind Schreibgeräte, Essbestecke, biologisch abbaubare Begräbnisartikel und zunehmend technische Formteile für Konsumgüter. Die Spritzgießtypen verfügen über eine hohe Steifigkeit von 3 500 bis 4 500 MPa und haben eine Wärmeformbeständigkeit von über 110 °C nach Vicat A. Bei geringen Wanddicken sind diese Materialien nach EN 13432 als kompostierbar zertifiziert.

Die Biokunststoffe der Biograde®-Serie können in einem breiten Verarbeitungsfenster zwischen 190 und 220 °C auf konventionellen Spritzgießmaschinen verarbeitet werden. Es können Fließweglängen von über 150 mm bei einer Wanddicke von 0,5 bis 1,0 mm realisiert werden. Besondere Kenntnisse des Spritzgießers oder spezielle Peripherie sind für die Verarbeitung von Biograde® nicht erforderlich.



Bei Berücksichtigung der Fließ- und Temperatureigenschaften lassen sich auch Heißkanalsysteme einsetzen.

In der Praxis werden Biokunststoffe oft auf bestehenden Spritzgießwerkzeugen verarbeitet, die für konventionelle Kunststoffe wie Polystyrol, Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) oder Polypropylen ausgelegt wurden. Dies ist zwar prinzipiell möglich, führt aber oft nur zu eingeschränkter Produktivität.

Die Grafik zeigt am Beispiel der Besteckteifertigung, welche Verbesserungen durch eine werkstoffgerechte Werkzeuggestaltung mit der Optimierung von Angussystem, Anschnitt und Werkzeugentlüftung möglich sind. Die Einspritzge-

schwindigkeit konnte bei gleichzeitig sinkendem Einspritzdruck gesteigert werden. Dadurch ließen sich das Formteilmgewicht und die Zykluszeit deutlich reduzieren. Des Weiteren verbesserten sich die Formteilqualität, die Werkzeugstandzeit und der Maschinenenergieverbrauch.

Durch die konsequente Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften von Biograde® beim Werkzeugbau und beim Produktionsprozess lässt sich eine erhebliche Steigerung bei der Ressourceneffizienz und der Wirtschaftlichkeit erreichen. Die anwendungstechnische Beratung von Spritzgießverarbeitern und Werkzeugbauern durch Fraunhofer UMSICHT leistet dabei einen wichtigen Beitrag.

### Verbesserung der Besteckfertigung

	2001	2008
	PS-Werkzeug	Werkzeug für Biograde C 9550
Spritzgießwerkzeug		
Werkzeugverfügbarkeit	ca. 80 %	> 98 %
Ausschussrate	2 bis 10 %	< 0,1 %
Einspritzdruck	2 000 bis 2 500 bar	1 700 bar
Wanddicke (Gabel)	1,0 bis 1,5 mm	0,7 bis 1,2 mm
Formteilmgewicht (Gabel)	5,5 g	4,2 g
Zykluszeit	17 s	6 bis 8 s

**Ansprechpartner:**  
 Dipl.-Ing. Thomas Wodke  
 Telefon: 0208 8598-1263  
 E-Mail: thomas.wodke@umsicht.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Carmen Michels  
 Telefon: 0208 8598-1322  
 E-Mail: carmen.michels@umsicht.fraunhofer.de

Celluloseacetat ist ein auf Cellulose basierender thermoplastischer Kunststoff. Cellulose ist weltweit das bedeutendste nachwachsende Polymer. Holz besteht z. B. zu ca. 45 % aus Cellulose.

Wie fast alle Kunststoffe kann Celluloseacetat zu Schaumstoff, einem Material mit Zellstruktur und niedriger Dichte, verarbeitet werden. Man unterscheidet:

- Chemisches Schäumen: Dem Kunststoffgranulat wird ein chemisches Treibmittel zugegeben. Durch Wärmezufuhr spaltet sich ein flüchtiger Bestandteil des Treibmittels ab, was zum Aufschäumen der Schmelze führt.
- Physikalisches Schäumen: Das Material wird durch einen physikalischen Vorgang wie z. B. das Verdampfen des Treibmittels geschäumt.
- Mechanisches Schäumen: Hierbei wird Luft in das zu schäumende Material eingerührt. Durch Vernetzung oder Gelerung verfestigt sich der Schaumstoff.

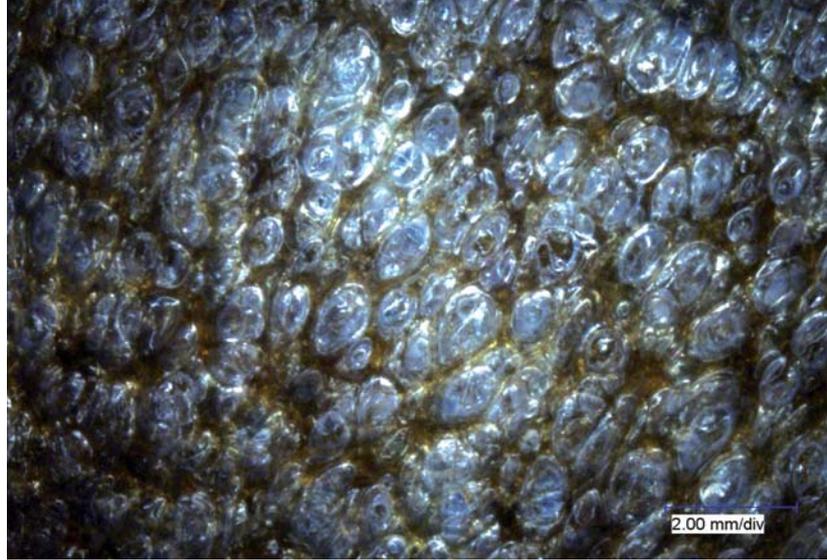


## WARME SPEISEN UMWELTFREUNDLICH VERPACKEN

Bisher werden Verpackungen von Warmspeisen (Food-Trays) überwiegend aus Polystyrol hergestellt. Fraunhofer UMSICHT arbeitet daran, die Palette biobasierter Kunststoffe zu erweitern, damit die Verpackungsindustrie vermehrt nachhaltige Produkte anbieten kann. Wir entwickeln mit der FKUR Kunststoff GmbH und der Inde Plastik GmbH Schaumfolien für tiefziehfähige Verpackungen auf Basis von Celluloseacetat. Das Projekt wird vom Bundeslandwirtschaftsministerium und der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördert.

Celluloseacetat weist wie Polystyrol die geforderten Produkt- und Prozesseigenschaften, wie eine hohe Wärmeformbeständigkeit und gute Schäumbarkeit, auf. Gegenüber dem bisherigen Standardmaterial zeichnet es sich durch eine überwiegend nachwachsende Rohstoffbasis und die biologische Abbaubarkeit aus. Somit stehen alternative, preisgünstige Entsorgungswege für celluloseesterbasierte Cateringartikel zur Verfügung, die verglichen mit dem oftmals kosten- und energieintensiven Polystyrol-Recycling den Anspruch einer ökoeffizienten Verwertung und Entsorgung erfüllen.

Celluloseacetat ist zur Herstellung tiefziehfähiger Schaumfolien prinzipiell gut geeignet. Dies bewies der Werkstoff in ersten Schäumversuchen, in denen sich nach Zugabe chemischer Treibmittel Musterfolien mit hervorragenden Tiefzieheigenschaften extrudieren und problemlos zu Trays umformen ließen. Bei der thermoplastischen Verarbeitung im Extruder jedoch kann es durch die Zersetzung der chemischen Treibmittel zu Problemen kommen. Beispielweise ist ein unkontrollierter Abbau des Celluloseacetats möglich. Dies kann dazu führen, dass das Material beschädigt und die Schaumbildung sowie



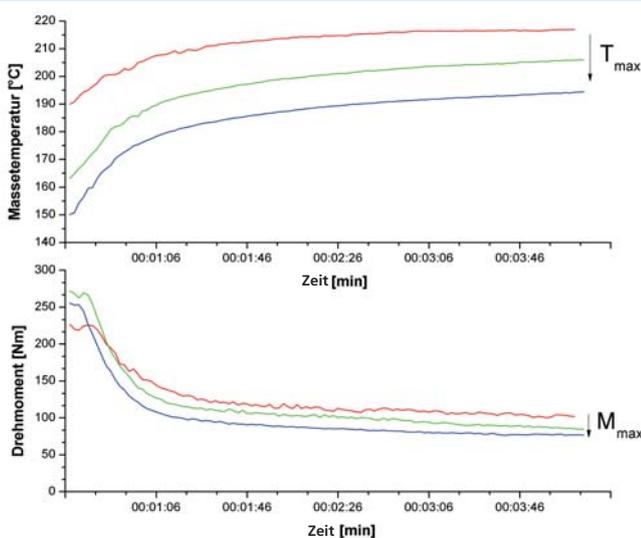
die Morphologie des Schaums negativ beeinflusst werden. Schlechtere Schaumeigenschaften wie Steifigkeitsverlust oder ein geringerer Schäumgrad sind die Folgen. Zudem sind mittels chemischer Treibmittel nur vergleichsweise geringe Dichtereduzierungen erzielbar.

Aus diesen Gründen wird aktuell der Einsatz physikalischer Treibmittel beim Schäumen von Celluloseacetat erforscht. Für das physikalische Schäumen muss der Werkstoff Celluloseacetat hinsichtlich der Schmelzerheologie und seiner Gaslöslichkeit in der Polymerschmelze modifiziert werden. Zudem sind spezifische mechanische und thermische Eigenschaften zielgerecht an die Produkthanforderung anzupassen. Durch

den Einsatz geeigneter Weichmacher wird das thermoplastische Verarbeitungsfenster von Celluloseacetat deutlich verbreitert und die thermomechanische Belastung des Biopolymers während der Verarbeitung reduziert, wie Modifizierungen des Celluloseacetats mittels physikalischer und reaktiver Weichmacher sowie die anschließende Charakterisierung der Compounds zeigten.

Forschungsschwerpunkte sind die Untersuchung der Schaumbildungsmechanismen und deren Optimierungsmöglichkeiten. Untersucht werden der Einsatz unterschiedlicher physikalischer Treibmittel, Treibmittelkonzentrationen und Verarbeitungsparameter sowie der Einsatz von Nukleierungsmitteln.

### Einfluss des Weichmachergehaltes (Triethylcitrat TEC) auf die Schmelzverarbeitung von Celluloseacetat



CA 85wt-% + TEC 15wt-%  
 CA 80wt-% + TEC 20wt-%  
 CA 75wt-% + TEC 25wt-%

#### Ansprechpartner:

Dipl. Wirtsch.-Ing. Stefan Zepnik

Telefon: 02154 9251-32

E-Mail: stefan.zepnik@

umsicht.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Carmen Michels

Telefon: 0208 8598-1322

E-Mail: carmen.michels@

umsicht.fraunhofer.de

#### Projektpartner:

Inde Plastik GmbH, Aldenhoven

FKuR Kunststoff GmbH, Willich

# PROZESSTECHNIK



Dr.-Ing. Görgo Deerberg,  
Geschäftsfeldleiter Prozesstechnik  
und stellvertretender Institutsleiter

*Görgo Deerberg*

Wir entwickeln und realisieren Systemlösungen für die Prozesstechnik auf Basis von Demonstrationsanlagen in Labor und Technikum sowie anhand modellbasierter Simulationssoftware. Dabei betrachten wir die Prozesskette im Ganzen: von der Verfahrensidee bis zum kommerziellen Prozess und vom Rohstoff bis zur Verwertung von Reststoffen nach der Produktnutzung.

---

GASHYDRATE: ENERGIETRÄGER UND KOHLENDIOXID-SPEICHER

ADSORPTION FÜR UMWELT- UND ENERGIETECHNOLOGIE

PFLANZENROHSTOFFE NACHHALTIG INDUSTRIELL NUTZEN

MIKROSIEBE WEISEN DECKSCHICHTEN AB – DANK NANOTECHNOLOGIE



## GASHYDRATE: ENERGIETRÄGER UND KOHLENDIOXIDSPEICHER

Gashydrate sind eisähnliche, feste Verbindungen aus Wasser und Gas, die nur bei hohem Druck und/oder niedrigen Temperaturen stabil sind. Die physikalischen Einschlussverbindungen bestehen aus Wassermolekülen, die kristallartige Käfigstrukturen bilden, in denen sie kleine Gasmoleküle, wie z. B. Methan, Propan, Kohlendioxid oder deren Gemische einschließen.

Zufällig entdeckt von Sir Davy (1810) wurde Gashydraten als Kuriosum im Labor wenig Beachtung geschenkt. Anfang der 30er Jahre tauchten sie als Auslöser von Störfällen bei der Förderung und dem Transport von Erdgas in Pipelines auf. Mit dem Ziel, die Hydratbildung zu verhindern, entstand ein neues Forschungsgebiet. Mit der Entdeckung natürlicher Hydratvorkommen aus Methan im Permafrostgebiet Sibiriens in den 60er Jahren und später am und im Meeresboden wächst das Interesse an der Nutzung der Ressource international.

Hohe Drücke und niedrige Temperaturen – das sind ideale Bedingungen für Gashydrate. Genau diese Bedingungen herrschen im Permafrostgebiet Sibiriens sowie am und im Meeresboden. Seit dort natürliche Methanhydrat-Lagerstätten entdeckt wurden, wächst das internationale Interesse an der Ressource: Denn die wird als potenzieller Energieträger der Zukunft sowie als vielversprechender Kohlendioxid-Speicher gehandelt. Fraunhofer UMSICHT forscht auf dem Gebiet der Gashydrate und trägt mit der Entwicklung von Grundlagenwissen bezüglich Bildung und Destabilisierung von Hydraten sowie der Untersuchung von Aspekten des Hydrat-Abbaus zur nachhaltigen Nutzung von Hydraten bei.

Schätzungen zu Folge binden die weltweit vermuteten Methanhydrat-Ressourcen mehr als doppelt so viel Kohlenstoff als alle konventionellen fossilen Energiequellen (Kohle, Erdgas und Erdöl) der Welt zusammen. Gashydrate gelten jedoch nicht nur als interessante Energiequelle, sondern auch als Medium zur Speicherung und Lagerung von Kohlenstoffdioxid. Dazu soll  $\text{CO}_2$  als Hydrat am Meeresboden gelagert werden, während durch seine Einleitung gleichzeitig Methan freigesetzt und als Energiequelle nutzbar wird. Der Abbau von Methanhydratfeldern ist jedoch schwierig, da Methanhydratlagerstätten schwer zugänglich sind.

Im Rahmen des Verbundprojektes »SUGAR«, an dem Fraunhofer UMSICHT beteiligt ist, werden neue Technologien zur Erkundung und zum Abbau von submarinem Methanhydrat bei gleichzeitiger  $\text{CO}_2$ -Sequestrierung sowie neue Konzepte für den Gastransport entwickelt und erforscht. Das SUGAR-Projekt

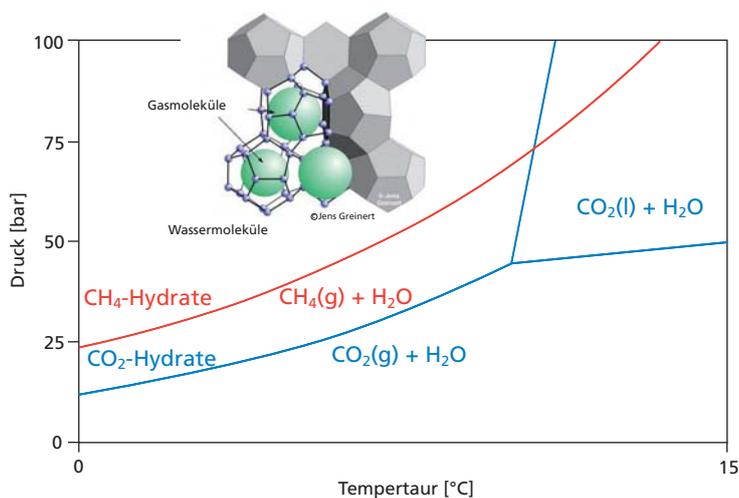


wird vom BMBF, BMWi und der Industrie gefördert und hat zum Ziel, relevante Aspekte des Hydratabbaus umfassend zu bearbeiten.

Die Forscher untersuchen hierbei verschiedene Abbauprozesse und Prozesskomponenten und entwickeln u. a. das von Fraunhofer UMSICHT erarbeitete Mammut-Pumpen-Prinzip zur simultanen Gasgewinnung und CO<sub>2</sub>-Sequestrierung weiter. Unter der Koordination von Fraunhofer UMSICHT wird mit einem Simulationsmodell der Hydrat-Abbau unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte numerisch simuliert und evaluiert. Vor dem Hintergrund der vielfältigen Aspekte der Gashydrattechnik sind grundlegende Erkenntnisse zur Bildung und Destabilisierung von Hydraten erforderlich. Mit der Erforschung von Hydraten im Hochdrucklabor und anhand von Computersimulationen leistet Fraunhofer UMSICHT

einen Beitrag zur Entwicklung, Nutzung und Etablierung von Hydraten in der Prozesstechnik. Die Forschungsergebnisse dienen dem vertieften Verständnis von Gashydratsystemen, der Validierung von Berechnungsmethoden für thermodynamische Gashydratgleichgewichtszustände, der Machbarkeits-evaluation und Analyse der maritimen Gashydratnutzung.

Phasendiagramm zweier Gashydrate



**Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Göрге Deerberg  
 Telefon: 0208 8598-1107  
 E-Mail: goerge.deerberg@umsicht.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Georg Janicki  
 Telefon: 0208 8598-1420  
 E-Mail: georg.janicki@umsicht.fraunhofer.de



## ADSORPTION FÜR UMWELT- UND ENERGIETECHNOLOGIE

Als Adsorption wird die Anhaftung von Molekülen aus Gasen oder Flüssigkeiten an der Oberfläche eines Festkörpers oder einer Flüssigkeit bezeichnet. Nach Art der Kräfte, die die Anhaftung verursachen, wird zwischen Physisorption (physikalische Kräfte) und Chemisorption (chemische Bindung) unterschieden. Klassische Einsatzgebiete der Physisorption sind Gasfilter für Atemschutz und zur Rückhaltung von Kraftstoffdampf sowie Verfahren zur Luftentfeuchtung. Die Chemisorption ist der Basisprozess bei der heterogenen Katalyse wie sie in Kraftfahrzeug-Katalysatoren abläuft. Die adsorptive Treibstoff-Speicherung (Adsorbed Natural Gas (ANG); Wasserstoff) wird künftig für die dezentrale Energiespeicherung massiv an Bedeutung gewinnen.

Die Adsorption ist eine der Schlüsseltechnologien zur Abtrennung und Reinigung von Stoffen in der chemischen, petrochemischen und pharmazeutischen Industrie. Auch bei zukünftigen Umwelt- (Luft- und Wasserreinigung) und Energietechnologien (Speichermaterialien) wird sie eine Hauptrolle spielen. Fraunhofer UMSICHT fördert diese Entwicklungen und setzt sein Know-how im Bereich Adsorption zur Optimierung der Technologie und zum Ausbau ihrer Einsatzgebiete ein.

### Kohlendioxid durch Adsorption speichern

Seit der industriellen Revolution wird vom Menschen mehr  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre eingebracht als aus ihr entfernt, was als eine der wesentlichen Ursachen (ca. 60 %) der globalen Klimaerwärmung gilt. Da Strategien zur  $\text{CO}_2$ -Vermeidung alleine nicht ausreichen werden, um den Klimawandel aufzuhalten, werden verstärkt Maßnahmen zur Abscheidung und Einlagerung von  $\text{CO}_2$  diskutiert.

Im EU-Vorhaben COALSWAD wird die Machbarkeit einer Nutzung stillgelegter Kohleflöze zur Speicherung von anthropogenem  $\text{CO}_2$  untersucht, um so den Ausstoß von  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre reduzieren zu können. Ziel der Forschung ist die Gewinnung von Daten über das Quellverhalten von Kohlen aus deutschen und tschechischen Flözen bei der Adsorption von  $\text{CO}_2$ . Das Projekt wird vom Forschungsfond für Kohle und Stahl finanziell unterstützt.

### Kraftstoffdampf-Rückhaltesysteme für die Verwendung von Biokraftstoffen optimieren

In Deutschland wurden gemäß einer Publikation der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) im Jahr 2008

ca. 52 Mio. Tonnen Kraftstoff verbraucht. Neben Dieselmotorkraftstoff mit 55 % und Ottokraftstoff mit 39 % lag der Anteil biogener Kraftstoffe bei 5,9 %. Während die Systeme, die Kraftstoffdämpfe durch Adsorption zurückhalten, für fossile Kraftstoffe gut untersucht sind, besteht im Fall von Biokraftstoffen Forschungsbedarf zu deren Optimierung.

Fraunhofer UMSICHT untersucht den Einfluss des Zusatzes von Bioalkoholen auf die Funktionstüchtigkeit der in den Fahrzeugen eingesetzten Aktivkohlefilter sowie den Einfluss von Wasser auf die Adsorptionsprozesse. Die Ergebnisse werden in ein Simulationsmodell eingehen, das den Prozessablauf in üblicherweise eingesetzten Kraftstoffdampfdruckhaltesystemen bei Einsatz von Biokraftstoffen voraberechnet.

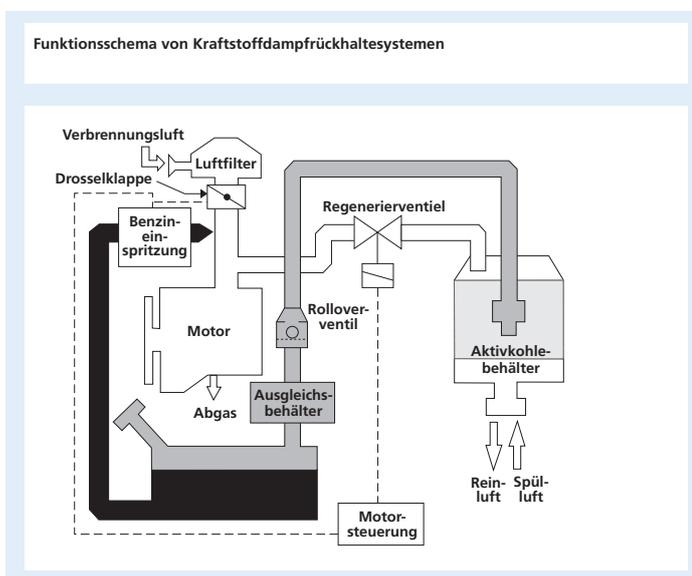
Ziel ist es, nach Validierung des Modells ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, mit dem Kraftstoffdampfdruckhaltesysteme in Kenntnis der charakteristischen Daten der verwendeten Adsorbentien und der zu erwartenden Kraft-

stoffdampfmengen ausgelegt werden können. Bisher notwendige, langwierige Entwicklungsreihen werden hierdurch stark verkürzt, wodurch somit eine schnelle Reaktion auf geänderte Kraftstoffzusammensetzungen ermöglicht wird.

Die Arbeiten werden von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e. V. (AiF) innerhalb eines laufenden Projekts unterstützt.

Bei Fraunhofer UMSICHT bestehen langjährige Erfahrungen auf den Gebieten:

- Charakterisierung von Adsorbentien (mechanische, physikalische und chemische Kennwerte; Porenstruktur etc.)
- Entwicklung maßgeschneiderter Aktivkohlen; Dotierung bzw. Imprägnierung von Aktivkohlen
- Herstellung von Kohlenstoffmolekularsieben
- Untersuchung von Benzindampfdruckhaltesystemen
- Untersuchungen zum Adsorptionsverhalten von Steinkohle
- Dynamik von Adsorptionsvorgängen
- Modellierung und Simulation von Adsorbentien



**Ansprechpartner:**

Dr. Eva Schieferstein  
 Telefon: 0208 8598-1328  
 E-Mail: eva.schieferstein@umsicht.fraunhofer.de

Dr. Stefan Schlüter  
 Telefon: 0208 8598-1126  
 E-Mail: stefan.schluter@umsicht.fraunhofer.de



## PFLANZENROHSTOFFE NACHHALTIG INDUSTRIELL NUTZEN

Nachwachsende Rohstoffe sind laut Definition land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die nicht als Nahrungs- oder Futtermittel verwendet, sondern stofflich, sowie zur Erzeugung von Wärme, Strom oder Kraftstoffen genutzt werden. Biomasse ist der Oberbegriff und umfasst die gesamte organische Substanz.

Tenside reduzieren die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit bzw. die Grenzflächenspannung zwischen zwei Phasen. Sie fördern die Bildung von Dispersionen, d. h. sie ermöglichen die feine Vermengung zweier eigentlich nicht miteinander mischbarer Flüssigkeiten. Waschaktive Substanzen (Detergentien) in Waschmitteln gehören zur Gruppe der Tenside.

Moderne Tenside haben das traditionelle Tensid Seife (Fettsäuresalze) weitgehend verdrängt. Beim Einsatz in der Lebensmitteltechnik werden Tenside als Emulgatoren bezeichnet.

Nachhaltiges Wirtschaften ist ein wachsendes gesellschaftliches Bedürfnis. An kaum einer Stelle trifft es auf eine so hohe Akzeptanz wie im Bereich der Rohstoffversorgung und zur Deckung des Energiebedarfs. Hier liegt die Nutzung von Biomasse im Trend. Neben ihrem bedeutendsten Verwendungszweck, als Nahrungsmittel, wird Biomasse in der Industrie zur Herstellung von Kleidung, Arzneien, Kunststoffen, Brenn- und Kraftstoffen verwendet. Unter Berücksichtigung der langfristigen und ökonomischen Verfügbarkeit von Biomasse gilt es, das gesamte Potenzial der Pflanzen als Nahrungsmittel sowie für technische Anwendungen zu nutzen. Fraunhofer UMSICHT verfolgt dieses Ziel stringent: Im Rahmen seines Leitthemas Bioraffinerie entwickelt es Konzepte für die integrierte stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Der Erfolg der Erdöltechnologie basiert im Grunde auf einem einfachen Rezept: Kostengünstige Massenprodukte wie Treibstoffe werden im Verbund mit hochpreisigen und hochwertigen Produkten für die chemische Industrie hergestellt.

Mit der Idee der Bioraffinerie nimmt Fraunhofer UMSICHT dieses Konzept auf und überträgt es auf die Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Aufgrund der Verschiedenartigkeit der möglichen Bio-Rohstoffe und logistischer Restriktionen wird es allerdings nicht die »eine« Bioraffinerie geben können. Fraunhofer UMSICHT entwickelt hier konkrete Prozessketten, die unter ökonomischen und ökologischen Aspekten gekoppelt sind.

In Kooperation mit weiteren Projektpartnern aus Industrie



und Forschung bearbeitet Fraunhofer UMSICHT derzeit verschiedene Projekte, die die stoffliche Nutzung von Pflanzenrohstoffen zum Ziel haben. Dabei erfolgen Untersuchungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Ausgehend von der Ermittlung der Produkthanforderungen und der Auswahl möglicher Rohstoffquellen untersucht Fraunhofer UMSICHT die für die Produktgewinnung notwendigen Biokonversions- und Aufreinigungsverfahren. Für die Untersuchungen stehen entsprechende Labor- und Technikumsanlagen zur Verfügung. Zur Bestimmung produkt- und prozessrelevanter Parameter kann auf eine umfassende Analytik zurückgegriffen werden.

Im Mittelpunkt eines aktuellen Forschungsvorhabens steht die Entwicklung und Herstellung neuartiger Tenside auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Die Produkte sollen ein breites Anwendungsspektrum und eine gute biologische Abbaubarkeit aufweisen. Anhand der bereits erzielten Ergebnisse konnten für die verwendeten Substrat-Enzym-Kombinationen die erforderlichen Enzymmengen, der erzielte Hydrolysegrad sowie die Molekulargößenverteilung des Produktes ermittelt werden.

In einem weiteren Forschungsvorhaben wird die Umstellung von petrochemischen auf pflanzliche Grundstoffe unter dem Aspekt der dauerhaften ökonomischen und ökologischen Produktion von Wertstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen angestrebt. Fraunhofer UMSICHT untersucht, optimiert, vergleicht und bewertet extraktive Verfahren zur Polyphenolgewinnung sowie thermische und extraktive Verfahren zur Fettsäuregewinnung.

Polyphenole sind aromatische Verbindungen, die zwei oder mehr direkt an den aromatischen Ring gebundene Hydroxyl (OH)-Gruppen enthalten. In Pflanzen treten sie als Farb-, Geschmacks- und Gerbstoffe auf und schützen vor Abfraß oder locken Insekten zur Bestäubung an. Viele Polyphenole

gelten als gesundheitsfördernd, ein Aspekt, der auch den Fettsäuren zukommt. Die Natrium- oder Kalium-Salze der höheren Fettsäuren sind als Seifen bekannt und werden als Tenside verwendet. In der Lebensmittelindustrie werden sie hauptsächlich als Rohstoff für Emulgatoren eingesetzt. In hochreiner Form finden sie zudem in der Polymersynthese Anwendung.

**Ansprechpartner:**

*Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Körner*

*Telefon: 0208 8598-1272*

*E-Mail: hans-juergen.koerner@*

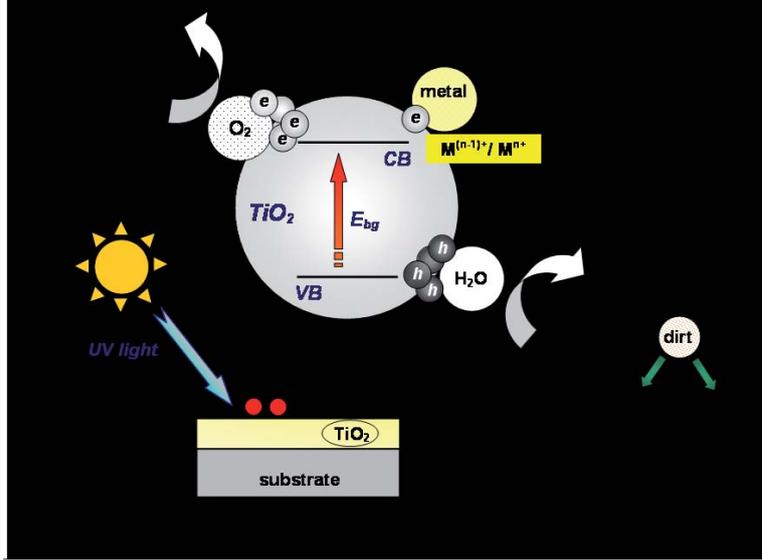
*umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Ing. Kerstin Schwarze-Benning*

*Telefon: 0208 8598-1302*

*E-Mail: kerstin.schwarze-benning@*

*umsicht.fraunhofer.de*



Die Erde ist zu über 70 % von Wasser bedeckt. Die Wasservorkommen umfassen rund 1,3 Milliarden Kubikmeter. Doch trotz dieser unfassbaren Wassermenge herrscht in vielen Teilen der Welt Wassermangel, denn nur 3,5 % des Wassers der Erde ist Süßwasser, wovon der größte Teil als Eis an den Polen, Gletschern und Dauerfrostböden gebunden und nicht der Nutzung zugänglich ist. Zudem ist das Süßwasser weltweit sehr ungleich verteilt. Die bislang noch fehlende bzw. unzureichende Versorgung eines großen Teils der Weltbevölkerung mit Trinkwasser sowie mit einer ausreichenden Menge Nutzwasser, stellt eine der größten Herausforderungen der Menschheit in den nächsten Jahrzehnten dar.

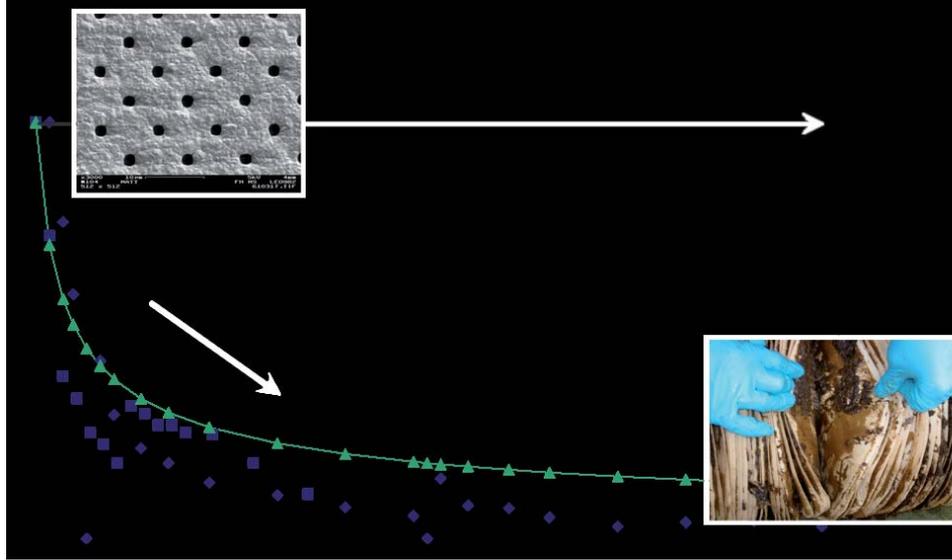
## MIKROSIEBE WEISEN DECKSCHICHTEN AB – DANK NANOTECHNOLOGIE

Hygienisch und toxikologisch unbedenkliches Trinkwasser ist in vielen Teilen der Welt eine gleichsam kostbare wie endliche Ressource. In 20 Jahren werden – laut UN World Water Development Report Nr. 3 von 2009 – schätzungsweise 47 % der gesamten Weltbevölkerung in Gebieten mit gravierenden Wasserproblemen leben.

Membrantrennverfahren können durch die gezielte Trennung von Stoffströmen in wiederverwertbare Komponenten Wasserkreisläufe schließen, Abwasser reinigen und Wasser in Trinkwasserqualität überführen.

Fraunhofer UMSICHT optimiert Membranprozesse und entwickelt Mikrofilter für die Wassertechnik und trägt damit seinen Teil zur Verbesserung der Lebensqualität der Menschen bei.

Fraunhofer UMSICHT hat einen neuartigen Mikrofilter entwickelt, der Partikel und Keime aus Wasser und Abwasser entfernt. Besonderes Merkmal des Filters: Milliarden winziger Löcher in der Größe von 0,5 bis 10 µm auf einer Fläche von 15 cm<sup>2</sup>. Mit Wasser erzeugen diese sogenannten High-flux Mikrosiebe hohe Filtratflüsse. Sobald jedoch partikelbelastete Medien filtriert werden, nimmt die Filtratleistung exponentiell ab. In wenigen Minuten bildet sich eine Deckschicht aus (Fouling), die im ungünstigsten Fall den Filter vollständig verstopft, selbst die Filterfunktion übernimmt und damit die hohe Durchlässigkeit des Mikrosiebs vollständig aufhebt. Nach Cho<sup>1</sup> beträgt in Deutschland, England und den USA der jährliche, volkswirtschaftliche Schaden durch solche und andere Foulingprozesse ca. 0,25 % des Bruttonationalproduktes. In Deutschland entspricht dies ca. 2 Milliarden Euro.



Ziel der Arbeiten von Fraunhofer UMSICHT im BMBF-Projekt »Nanoefficiency« ist die Entwicklung eines neuartigen Beschichtungsverfahrens für Mikrosiebe, das Schichten erzeugt, die eine Antifoulingwirkung besitzen, antikorrosiv sind, dauerhaft haften, nicht verbraucht werden und nicht dicker als 100 Nanometer sind. Auf die Mikrosieboberfläche sollen reaktive Antifoulingsschichten aus Titandioxid aufgebracht werden, die diesen Kriterien entsprechen. Titandioxid wirkt als Photokatalysator, an dem organische Verschmutzungen und Bakterien durch UV-Licht zersetzt werden.

Seit Beginn des Projekts im Frühjahr 2009 wurden verschiedene Beschichtungen aus Titandioxid-Nanopartikeln mittels eines einfachen Dip-Coating Prozesses aufgebracht. Hierbei wird das Mikrosieb in die Beschichtungslösung getaucht und wieder herausgezogen. Beim Herausziehen bleibt ein dünner Titandioxid-Film auf dem Mikrosieb zurück. Diese photokatalytische Schicht erwies sich als äußerst beständig gegenüber Abrasion und Lösemittel. Gegenwärtig wird die Antifouling-Wirksamkeit in Laborversuchen überprüft. Ein Teststand zur Online-Untersuchung der photokatalytischen Abbauprozesse wird aufgebaut. Die Deckschicht abweisenden Mikrosiebe werden zu einem Filtermodul gefügt, das sich durch eine integrierte Belichtungseinheit auszeichnet. Das Mikrosiebmodul wird in die bestehende Anlagentechnik eines Projektpartners zur dezentralen Aufbereitung von Trinkwasser integriert.

Die Ergebnisse des BMBF-Projekts »Nanoefficiency« werden fortlaufend auf der Internetseite »www.nano-water.de« dokumentiert.

**Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Ilka Gehrke  
 Telefon: 0208 8598-1260  
 E-Mail: [ilka.gehrke@umsicht.fraunhofer.de](mailto:ilka.gehrke@umsicht.fraunhofer.de)

Dipl.-Ing. Volkmar Keuter  
 Telefon: 0208 8598-1113  
 E-Mail: [volkmar.keuter@umsicht.fraunhofer.de](mailto:volkmar.keuter@umsicht.fraunhofer.de)

<sup>1</sup> Cho, Y. I., Lee, S. H. and Kim, W.,  
 ASHREA Transactions 109, 2003

*Bild links:*

Prinzipieller photokatalytischer  
 Wirkmechanismus von Titandioxid

*Bild rechts:*

Rückgang der Filtratleistung infolge  
 von Foulingprozessen

# BIOFUELS



Dr.-Ing. Axel Kraft,  
Geschäftsfeldleiter Biofuels

*A. Kraft*

Wir entwickeln Herstellungsmethoden für nachhaltige Biokraftstoffe und für biobasierte Produkte. Ausgangsmaterialien sind nachwachsende Rohstoffe, biobasierte Zwischenprodukte und Reststoffe unterschiedlicher Reinheit.

---

TREIBSTOFFE IN ERDÖLQUALITÄT AUS BIOGENEN  
RESTSTOFFEN

---

UMWELTFREUNDLICHE ENTEISUNGSMITTEL

---

BIOBASIERTE HÖHERE ALKOHOLE FÜR TREIBSTOFFE  
UND CHEMIE



Parallel zu den wissenschaftlichen Arbeiten wird gemeinsam mit dem Schweizerischen »Founding Angel« *Festel Capital* die Kommerzialisierung der institutseigenen Patente vorbereitet. Diese Initiative zählte beim 11. *Science4Life Venture-Cup* des Landes Hessen und der *Sanofi-Aventis Deutschland GmbH* zu den 10 Gewinnern der Konzeptphase und erreichte in der abschließenden Businessplanphase den 4. Platz. Beim Businessplanwettbewerb 2009 der Gründungsinitiative *BEST EXCELLENCE Rhein-Main des F.A.Z.-Instituts* belegte *greasoline®* Platz 3.

Darüber hinaus engagiert sich das Geschäftsfeld in der Leitung der Arbeitsgruppe »Nachhaltige Ressourcenerbereitstellung« des Service- und Begleitvorhabens zum genannten BMU-Förderprogramm.

## TREIBSTOFFE IN ERD- ÖLQUALITÄT AUS BIO- GENEN RESTSTOFFEN

Jährlich produziert die Natur unvorstellbar große Mengen Biomasse. Was nach Nutzung als Nahrungs- und Futtermittel oder als nachwachsender Rohstoff übrig bleibt, sind biogene Reststoffe. Ihr Spektrum ist groß und reicht von Gülle, Getreidestroh und Restholz bis zu Nahrungsmittelabfällen, Klärschlamm und Restmüll. Größer noch als die Rohstoffvielfalt ist ihr potenziell nutzbares Aufkommen, das mengenmäßig insbesondere durch die Land- und Forstwirtschaft, den privaten Verbrauch und das produzierende Gewerbe bestimmt wird. Ein von Fraunhofer UMSICHT entwickeltes Waste-to-fuels-Verfahren macht biogene Reststoffe aus Ölen und Fetten als Treibstoffe mit Erdölqualität nutzbar. Mit der Optimierung der energetischen Biomassennutzung unterstützt das Institut eine nachhaltige Entwicklung in der Energiebereitstellung und bei der Reststoffverwertung.

Die Umwandlung pflanzlicher Altöle in langkettige Kohlenwasserstoffe, wie sie in hochwertigem fossilem Dieselmotorkraftstoff zu finden sind, ist seit einigen Jahren ein Schwerpunktthema des Geschäftsfeldes Biofuels. Nachdem bisher der Fokus darauf lag, das *greasoline®*-Verfahren am Beispiel der Konversion gemischter Altfette aus der Gastronomie weiter zu entwickeln, betrachten die derzeitigen Arbeiten alternative Einsatzstoffe und Produktlinien. Hierzu fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zwei Vorhaben im Förderprogramm »Optimierung der energetischen Biomassennutzung«.

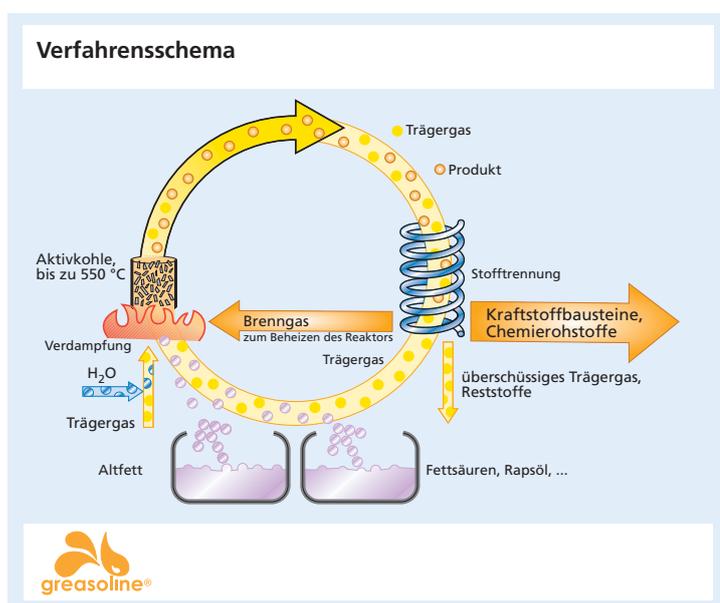
Bei der Suche nach einem einfachen Weg Altfette und -öle zu Alkanen für Treibstoffe umzusetzen, untersuchte Fraunhofer

UMSICHT die Reaktion dieser Rohstoffe bei 450-550 °C bei Normaldruck an Aktivkohle. Damit war die Basis für das Waste-to-fuels-Verfahren greasoline® gelegt, das gereinigte Altfette und -öle unter Inertgas bei den vorgenannten Temperaturen mit Aktivkohle in Kontakt bringt. Im Reaktor werden die Fette und Öle gespalten und Sauerstoff wird aus den Molekülen abgetrennt. Die Reaktionsprodukte werden gekühlt und einer Produkttrennung unterzogen. Gasförmige Brenngase und ggf. Inertgase werden als Betriebsmittel zurückgeführt, wodurch u. a. der Heizgasverbrauch minimiert werden kann. Unvermeidliche Reststoffe werden abgetrennt und Kohlenwasserstoffe als Bestandteile konventioneller Kraftstoffe gewonnen.

Im Projekt »Screening von biogenen Abfallsubstanzen zur Umwandlung in Benzin- und Dieselmotorkraftstoffen durch katalytisches Cracken« wird das greasoline®-Verfahren für weitere biogene Reststoffe und Koppelprodukte nutzbar gemacht. Substrate wie Fettabscheideröle und Fettsäurerückstände aus der Pflanzenölverarbeitung sowie gebrauchte

Bio-Hydrauliköle werden im Labormaßstab zu flüssigen Kraftstoffen umgesetzt. Modifikationen an der Laboranlage erlauben einerseits die Verwendung neuartiger Einsatzstoffe und die gleichzeitige Zugabe mehrerer Substrate. Andererseits werden Werkstoffe und Verfahrensführung der vorhandenen Technikumsanlage angepasst. Damit wird die Maßstabsvergrößerung erleichtert, um aus ausgewählten Substraten schließlich im Technikum Kraftstoffe für Motortests zu produzieren.

Bei der Kraftstoffproduktion durch katalytisches Cracken fallen immer gasförmige Kohlenwasserstoffe als Nebenprodukte an. Im zweiten BMU-geförderten Vorhaben, »SNG und LPG aus biogenen Reststoffen – technische Machbarkeit und Verwertungspotenzial«, sollen diese Brenngase nun gezielt produziert werden. Mögliche Anwendungen der erzeugten Gase liegen in der Verwendung als Erdgassubstitut (»Substitute Natural Gas«, SNG), Bio-Flüssiggaskraftstoff (»Liquefied Petroleum Gas«, LPG) oder als Chemierohstoffe.



**Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Volker Heil  
 Telefon: 0208 8598-1163  
 E-Mail: volker.heil@umsicht.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Axel Kraft  
 Telefon: 0208 8598-1167  
 E-Mail: axel.kraft@umsicht.fraunhofer.de



Streusalz wird weltweit als Enteisungsmittel genutzt. Der mengenmäßige Verbrauch ist hoch. Allein in Nordrhein-Westfalen liegt der Spitzenverbrauch bei bis zu 10 000 t Streusalz/Tag.

Aufgrund der hohen Umweltbelastung ist die Verwendung von Streusalz in vielen deutschen Kommunen für Privatanwender verboten. Oft wird das Verbot missachtet, was u. a. auf die Haftpflicht von Grund- und Hauseigentümern bei Unfällen auf verschneiten Gehwegen zurückzuführen ist. Alternative Enteisungsmittel mit akzeptablem Preis stehen derzeit nicht zur Verfügung.

## UMWELTFREUNDLICHE ENTEISUNGSMITTEL

Der Winter 2009/2010 kam plötzlich. Knappes Streusalz sorgte bundesweit für Verkehrschaos. 3,1 Mio. t Streusalz sorgten 2005 in Deutschland für sichere Fahrt. Doch Streusalz beeinflusst das Grundwasser, schädigt biologische Systeme (z. B. Straßenbäume), lässt Beton- teile, Brückenstahl und Kraftfahrzeugkarosserien rosten. Die ökologischen und ökonomischen Folgen durch den Einsatz von handelsüblichem Streusalz sind signifikant. Fraunhofer UMSICHT entwickelt auf Basis preisgünstiger Reststoffe, die Glycerin- oder Zuckerrückstände enthalten, ein umweltverträgliches Produkt, das konventionelles Streusalz ersetzen soll.

Im privaten und kommunalen Bereich kommen im Winterdienst zum Abtauen von Schnee und Eis flüssige und feste Streusalze als Enteisungsmittel zum Einsatz. Diese bestehen zu mehr als 95 % aus Natriumchlorid (Kochsalz) sowie aus Calcium- und Magnesiumchlorid, die Umwelt und Materialien schädigen.

Fraunhofer UMSICHT setzt auf Milchsäuresalze (Laktate) und Salze aus Zuckersäuren für die Entwicklung alternativer, umweltfreundlicher Enteisungsprodukte für Industrie und Privathaushalt. Mit einem zum Patent angemeldeten chemisch-katalytischen Verfahren sollen die Produkte kostengünstig vorzugsweise aus Biomasse-Reststoffen hergestellt werden. Ausgangsstoffe sind wässrige Glycerinlösungen aus der Biodieselherstellung, Zuckerrückstände (bspw. Melasse) und Stärkeabfälle, die im Gegensatz zu fermentativen Verfahren in hoher Konzentration in wässrigen Lösungen eingesetzt werden können.



Im Vergleich zur Fermentation hat das zu entwickelnde Verfahren eine mindestens um den Faktor 20 höhere Raum-Zeit-Ausbeute und erfordert wenig Aufarbeitung. Erste Versuche zeigen, dass Produktkonzentrationen von 20-40 Gew.-% (wässrig) erzielbar sind. Der Einsatz kommerziell erhältlicher Nicht-Edelmetall-Katalysatoren ist ebenfalls möglich. Die bisherigen Tests zum Katalysatorrecycling verliefen erfolgreich. Als Nebenprodukt entsteht reiner Wasserstoff.

Das Produktgemisch ist vielfältig einsetzbar: Aufgrund der Gefrierpunkt erniedrigenden Wirkung eignet es sich als ökologisches Enteisungsmittel im privaten Bereich sowie für an spezielle Anforderungen gebundene industrielle Einsätze z. B. auf Flughäfen zur Enteisung von Start- und Landebahnen. Flughafenbetreiber können die bisher genutzten Formiate und Acetate, die aus fossilen Quellen hergestellt werden, ersetzen. Wird die Produktmischung als Frostschutz-Additiv oder Frostschutzmittel für unterirdische Wärmepumpen genutzt, gelangen im Fall einer Leckage keine toxischen Substanzen ins Erdreich. Des Weiteren ist eine Anwendung in der biologischen Bodenansäuerung denkbar, da die Inhaltsstoffe der Produktlösung als Wasserstoffdonator dienen.

Durch die Anwendung der beschriebenen Produktmischung werden insbesondere ökologisch bedenkliche anorganische Salze durch biokompatible Salze ersetzt.

Bislang können bei Fraunhofer UMSICHT je Versuchstag bis zu einem Liter Probe in einem automatisierten Reaktorsystem hergestellt werden. Die Herstellung von Musterproben für spezielle Kundenanforderungen wird angeboten.

***Ansprechpartner:***

*Dr.-Ing. Jürgen Grän-Heedfeld*

*Telefon: 0208 8598-1274*

*E-Mail: juergen.graen-heedfeld@*

*umsicht.fraunhofer.de*

*Dr.-Ing. Axel Kraft*

*Telefon: 0208 8598-1167*

*E-Mail: axel.kraft@*

*umsicht.fraunhofer.de*



Die Firma Novozymes A/S, die als weltweiter Marktführer Enzyme für den Aufschluss von Lignocellulose in verwertbare Zwischenprodukte herstellt, prognostiziert eine deutliche Senkung der Herstellungskosten dieser Enzyme.

Dies lässt den wirtschaftlichen Betrieb von Fermentationsanlagen für Ethanol aus Lignocellulose bereits ab dem Jahr 2011 realistisch erscheinen und macht die Verfügbarkeit des so gewonnenen Ethanols als chemischen Rohstoff attraktiv.

## BIOBASIERTE HÖHERE ALKOHOLE FÜR TREIBSTOFFE UND CHEMIE

Die industrielle Nutzung von Biomasse nimmt weltweit – stofflich wie energetisch – Fahrt auf. Nachwachsende Rohstoffe sind eine gefragte wie sensible Rohstoffquelle für die sich neben der Nahrungsmittelindustrie verstärkt die Kraftstoff- und chemische Industrie interessieren. Langfristig wird die Nachfrage das Angebot natürlicher Ressourcen übersteigen. Im Kraftstoffsektor ist dies schon heute der Fall. Reststoffe auf Basis von Lignocellulose können Abhilfe schaffen: Sie sind weltweit in großen Mengen verfügbar und keine Nahrungsmittelkonkurrenz. Aus daraus fermentiertem Bio-Ethanol lassen sich höhere Alkohole herstellen. Die bieten ein enormes Potenzial für die Verwendung als Kraftstoff und die Verarbeitung in der chemischen Industrie zu Lacken, Lösemitteln, Weichmachern und Co. Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft treibt Fraunhofer UMSICHT die Verwertung von Ethanol auf Lignocellulose-Basis voran und arbeitet an der katalytischen Umsetzung von Ethanol zu höheren Alkoholen.

Der einfache Alkohol Ethanol wird als biobasiertes Lösemittel und als Biokraftstoff genutzt. Bisher wird er auf Basis nachwachsender Rohstoffe durch Fermentation aus dem Stärke- bzw. Zuckeranteil von Rohstoffen hergestellt. Doch die dienen in der Regel als Nahrung für Mensch und Tier. Weltweit werden so heute etwa 26,5 Millionen Tonnen Ethanol produziert.

Wird das Ethanol dagegen durch Fermentation von Lignocellulose gewonnen, treffen zwei positive Aspekte zusammen: Zum einen sind die überwiegend aus Reststoffen stammenden Rohstoffe für den Menschen als Nahrung ungeeignet. Zum anderen kann fast das Doppelte an Treibhausgasemissionen



eingespart werden verglichen mit Ethanol aus Stärke- bzw. Zuckeranteilen.

Ethanol wird heute bereits in verschiedenen Konzentrationen dem Benzin zugemischt und ist damit einer der am weitesten verbreiteten Biokraftstoffe. Seine gute Wasseraufnahmefähigkeit, sein hoher Dampfdruck sowie seine Korrosivität sind Nachteile, die seine Verwendung als Kraftstoff einschränken. Zudem ist die Zumischung von Ethanol nur auf Benzin beschränkt. Eine Verwendung in Dieselmotoren oder Flugzeugturbinen ist nicht ohne weiteres möglich.

Höhere Alkohole wie Butanol, Hexanol oder Oktanol stellen Alternativen zum Ethanol im Kraftstoffbereich dar. Denn sie haben die für Ethanol genannten Nachteile nicht und können Dieselmotoren oder Kerosin direkt ersetzen als auch in beliebigen Verhältnissen beigemischt werden.

Neben der Verwendung als Biokraftstoff ist in der petrochemischen Industrie ein zusätzlicher Bedarf an alternativen Synthesewegen für chemische Massenprodukte, wie etwa höhere Alkohole, entstanden. Derzeit werden höhere Alkohole im so genannten Oxo-Prozess, auch Hydroformylierung genannt, aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Die Verwendungsmöglichkeiten als Lösemittel, Waschmittel oder Weichmacher sind vielfältig. Jährlich werden per Oxo-Prozess weltweit etwa acht Millionen Tonnen verschiedenster Produkte hergestellt.

Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft will Fraunhofer UMSICHT solch alternative Synthesewege für chemische Massenprodukte anbieten und entwickelt einen Prozess zur katalytischen Kondensation von Ethanol zu höheren Alkoholen. Im Fokus der Arbeiten von Fraunhofer UMSICHT stehen die effektive Prozessführung, die Auswahl und Entwicklung geeigneter Katalysatoren sowie ein Konzept zur Aufreinigung der Produktmischung. Solch ein Prozess spart im Vergleich zum Oxoprozess ca. 1,5 Tonnen Kohlendioxid

pro Tonne höherem Alkohol ein und verbindet hohes wirtschaftliches Potenzial mit hohen ökologischen Werten.

*Bild rechts:  
Pilotanlage für die Herstellung  
höherer Alkohole bei Fraunhofer  
UMSICHT*

**Ansprechpartner:**  
*Dipl.-Ing. Andreas Menne  
Telefon: 0208 8598-1172  
E-Mail: andreas.menne@  
umsicht.fraunhofer.de*

*Dr.-Ing. Axel Kraft  
Telefon: 0208 8598-1167  
E-Mail: axel.kraft@  
umsicht.fraunhofer.de*

# WERKSTOFFE UND SYSTEME



Dipl.-Ing. Jürgen Bertling,  
Geschäftsfeldleiter Werkstoffe und Systeme

*Jürgen S.*

Auf Basis kundenspezifischer Anforderungen, neuester Ergebnisse der Werkstoffforschung oder natürlicher Vorbilder entwickeln wir Strategien für neue Werkstoffe und prüfen ihre industrielle Umsetzbarkeit unter ökologischen und ökonomischen Aspekten.

---

BIOGENE SCHWEFELSÄUREKORROSION:  
WERKSTOFF-PRÜFSTAND

---

SKALENÜBERGREIFENDE MODELLIERUNG VISKO-  
ELASTISCHER WERKSTOFFE

---

BIOLOGISCH INSPIRIERT: ELASTOMERE MIT  
SELBSTHEILUNGSFUNKTION

---

IMPRÄGNIERUNG VON KUNSTSTOFFEN MIT  
ÜBERKRITISCHEN FLUIDEN



## BIOGENE SCHWEFEL- SÄUREKORROSION: WERKSTOFF-PRÜFSTAND

Die Ausgaben für die Kanalsanierung (Erneuerung, Renovierung und Reparatur) betragen im Jahr 2000 in Deutschland rund 1,64 Mrd. €. Kanäle werden meist durch Erneuerung instand gesetzt (rund 53 % der Sanierungsmaßnahmen). Der Anteil der Reparaturverfahren an den eingesetzten Verfahren beträgt rund 30 %, der Anteil der Renovierungsverfahren rund 17 %. Für die Sanierung kurz- und mittelfristig zu behebender Schäden in der öffentlichen Kanalisation müssen rund 45 Mrd. € veranschlagt werden.

Der Zustand privater Grundleitungen wird deutlich schlechter als der öffentlicher Leitungen eingeschätzt. Ihre Länge (rund 900 000 km) ist fast doppelt so groß wie die der öffentlichen Kanalisation. Bei geschätzten ca. 40 % der privaten Entwässerungsleitungen besteht laut Betreibern mittelfristig Sanierungsbedarf.

Industrie und Privathaushalte reduzieren beinahe jährlich den Frischwassereinsatz. Gut so! Doch der langjährige Trend hat auch einen Haken: Der sparsame Umgang mit der Ressource Wasser lässt deren Strömungsgeschwindigkeit in den Leitungssystemen sinken und führt dort zu längeren Verweilzeiten. Ungewollte mikrobiologische und chemische Umsetzungsprozesse sind die Folge. Sie lassen Werkstoffe korrodieren und die notwendigen Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten führen zu hohen Kosten. Thiobakterien sind für eine besondere Art der Korrosion verantwortlich. Sie setzen Schwefelverbindungen zu Schwefelsäure um und führen zur biogenen Schwefelsäurekorrosion (BSK). Fraunhofer UMSICHT untersucht die Beständigkeit von Materialien gegen BSK in einem Prüfstand.

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes beträgt die Gesamtlänge der öffentlichen Kanalisation in Deutschland rund 540 000 km (Stand 2007). Das Kanalsystem ist verschiedenen Schädigungsmechanismen ausgesetzt.

Aufgrund des abnehmenden Wasserverbrauchs und der gezielten Versickerung von Regenwasser sinkt die Strömungsgeschwindigkeit der Abwässer in den Kanalsystemen und der angegliederten Infrastruktur zunehmend. Auch der Bau von Systemen mit immer größerem Einzugsgebiet und entsprechend längeren Fließstrecken führt zu einer längeren Verweilzeit der Abwässer in den Leitungssystemen. Durch die längere Verweilzeit treten ungewollte mikrobiologische und chemische Umsetzungsprozesse auf.

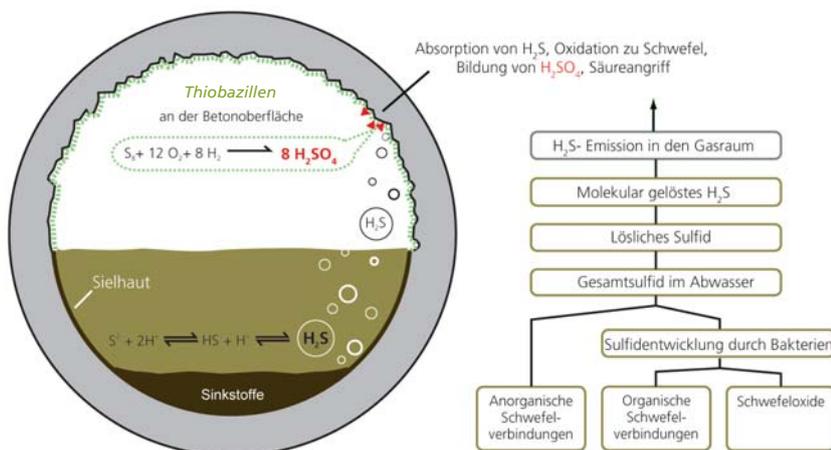


Eine solche Umsetzung ist der Abbau von Sulfidverbindungen zu Schwefelwasserstoff und die Bildung organischer Säuren (Bild unten). Für die Prozesse sind hauptsächlich Bakterien (z. B. *Acidithiobacillus thiooxidans*) verantwortlich. Die Bakterien sitzen als Biofilm an den Leitungswänden und wandeln den durch die Faulprozesse im Leitungssystem freigesetzten Schwefelwasserstoff zu Schwefelsäure um. Dies leitet die Werkstoffzerstörung ein. Charakteristisch für diese Art der Korrosion, die speziell bei teilgefüllten Kanälen vorkommt, sind Schäden, die im Gasraum, d. h. oberhalb des Wasserspiegels zu finden sind.

Biofilm Centre – Aquatische Biotechnologie, Prof. Dr. Wolfgang Sand) werden im Kundenauftrag Bewitterungsversuche zur Beständigkeit von Werkstoffen gegenüber BSK durchgeführt. Die Versuchsergebnisse liefern Hinweise zur zielgerichteten Optimierung und Weiterentwicklung der Werkstoffe.

Zur Beurteilung von Werkstoffen gegenüber der biogenen Schwefelsäurekorrosion (BSK) wurde bei Fraunhofer UMSICHT ein Versuchsstand etabliert (Bild rechts). In Zusammenarbeit mit der Universität Duisburg-Essen (Fachbereich Chemie,

### Entstehung der biogenen Schwefelsäurekorrosion im Abwasserkanalsystem



#### Ansprechpartner:

Dr. rer. nat. Holger Wack  
 Telefon: 0208 8598-1121  
 E-Mail: holger.wack@umsicht.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) Damian Hintemann  
 Telefon: 0208 8598-1176  
 E-Mail: damian.hintemann@umsicht.fraunhofer.de



## SKALENÜBERGREIFENDE MODELLIERUNG VISKOELASTISCHER WERKSTOFFE

Als **Viskoelastizität** wird die zeit-, temperatur- und frequenzabhängige Elastizität von Kunststoffen bezeichnet.

Anhand der **Diskrete-Elemente-Methode** kann die Bewegung einer großen Zahl von Teilchen berechnet werden.

Das **Elastizitätsmodul** beschreibt den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers bei linear elastischem Verhalten.

Die **Shore-Härte** ist ein Werkstoffkennwert für Elastomere und Kunststoffe. Eine hohe Zahl bedeutet eine große Härte.

Das **Schubmodul** ist eine Materialkonstante, die Auskunft über die lineare elastische Verformung eines Bauteils infolge einer Scherkraft oder Schubspannung gibt.

Die Lehre von Reibung und Verschleiß sowie Schmierung ist die **Tribologie**.

Schleifende, rollende, schlagende, kratzende, chemische und thermische Beanspruchungen setzen Oberflächen zu: Verschleiß ist die Folge, eine meist unerwünschte Veränderung der Oberfläche. Verschleiß schädigt Bauteile, führt zum Ausfall von Maschinen und Geräten und verursacht jedes Jahr einen immensen wirtschaftlichen Schaden. Polymere Werkstoffe verschleiben in einigen Anwendungen weniger als metallische Hartstoffe. Sie ermöglichen durch längere Lebensdauer von Bauteilen höhere Maschinenstandzeiten, sparen Kosten und Rohstoffe. Um polymere Werkstoffe zu optimieren, muss ihr Verhalten bei Herstellung, Verarbeitung und Belastung besser verstanden werden. Fraunhofer UMSICHT schafft die Voraussetzungen dafür, indem es die Betriebs- und Belastungszustände der im Inneren ablaufenden, experimentell nur schwer zugänglichen Mikroprozesse viskoelastischer Werkstoffe skalenübergreifend simuliert.

In Maschinen und Anlagen ist Verschleiß ein großes Problem. Kunststoffe sind in einigen Anwendungen den metallischen Hartstoffen überlegen. Die vermehrte Verwendung verschleißarmer, polymerer Werkstoffe ist eine wesentliche Möglichkeit, die Lebensdauer von Maschinen und Geräten zu erhöhen und damit Kosten und Rohstoffe einzusparen.

Zum besseren Verständnis des Verhaltens polymerer Werkstoffe bei Herstellung, Verarbeitung und Belastung müssen die vorherrschenden Mikroprozesse im Inneren untersucht werden. Doch diese sind experimentell nur schwer zugänglich. Die Simulation von Betriebs- und Belastungszuständen

ermöglicht die Darstellung der Mikroprozesse und trägt dazu bei, polymere Werkstoffe zu optimieren.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt ein Simulationsprogramm auf Basis der Diskrete-Elemente-Methode, das auf Verschleiß- und Bruchverhalten viskoelastischer Werkstoffe spezialisiert ist. Bei diesem Verfahren wird das zu modellierende Werkstück durch einzelne Elemente (zumeist Kugeln) diskretisiert, die dann durch Feder-Dämpfer-Systeme oder Biegebalken miteinander in Wechselwirkung gesetzt werden. Aktuelle Arbeiten haben die Kalibrierung des komplexen Gesamtsystems zum Ziel, so dass Materialparameter wie E-Modul, Shore-Härte und Schubmodul direkt in das Modell einfließen können.

Um Verschleißphänomene hinreichend genau abbilden zu können, wird mit dem entwickelten Programm ein multiskalärer Ansatz bezüglich räumlichem Detaillierungsgrad und zeitlicher Größenordnung verfolgt. Hierzu werden zusätzlich Modelle entwickelt, mit denen

in folgenden Bereichen Berechnungen durchgeführt werden können:

- Molekular-Bereich (Adhäsion)
- Nanometer-Bereich (Abrasion)
- Mikro-/Millimeter-Bereich (Ausbrüche)
- Millisekunden (Kontaktmoment)
- Stunden/Tage (Standzeit des Werkstoffes)

Um dies skalenübergreifend lösen zu können, werden zwei Ansätze verfolgt: Die Skalenangleichung durch Ersatzmodelle für den Molekular- und Nanometerbereich und die Zeitraffung durch Verwendung von Fatiguemodellen.

Um die Durchführung der Simulationen in einem vertretbaren Zeitraum gewährleisten zu können, wird weiterhin an der Verwendung von Grafikkartenprozessoren (GPUs) als Rechenstation gearbeitet.

Der Einsatz des entwickelten Simulationsansatzes bietet eine kosten- und zeitsparende Möglichkeit, die Entwicklung viskoelastischer Werkstoffe mit optimiertem Abrasionsverhalten bereits zu einem frühen Zeitpunkt zu ergänzen.

Zugstabprofil für Polymere



**Ansprechpartner:**

*Dipl.-Ing. Nils Mölders*

*Telefon: 0208 8598-1174*

*E-Mail: nils.moelders@*

*umsicht.fraunhofer.de*

*Dr.-Ing. Jan Blömer*

*Telefon: 0208 8598-1406*

*E-Mail: jan.bloemer@*

*umsicht.fraunhofer.de*



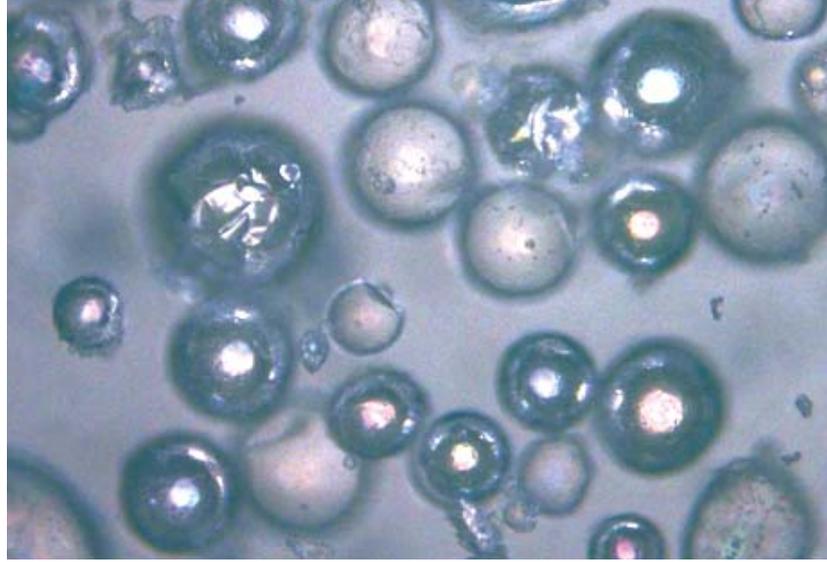
Die Einbeziehung biologischer Vorbilder in den Innovationsprozess von Polymerwerkstoffen erfordert eine in hohem Maße inter- und transdisziplinäre Arbeitsweise. Fraunhofer UMSICHT bietet dazu eine ideale Plattform. Spezialisten aus den Bereichen Biologie, Systemanalyse, Materialwissenschaften und Anwendungstechnik werden in effizienten Projektteams organisiert und erarbeiten so völlig neuartige bionische Lösungsansätze und technische Umsetzungsstrategien.

## BIOLOGISCH INSPIRIERT: ELASTOMERE MIT SELBSTTHEILUNGS- FUNKTION

Kunststoffbauteile unterliegen häufig hohen mechanischen Beanspruchungen und halten ihnen oft besser stand als metallische Hartstoffe (siehe S. 66/67). Doch Kunststoffbauteile können durchaus auch unterhalb der standardmäßigen Belastungsgrenze spontan versagen. Ursache sind Mikrorisse, die praktisch in jedem Bauteil vorhanden sind. Fraunhofer UMSICHT entwickelt Elastomere, die sich selbst heilen, indem sie das Risswachstum unterbinden oder Risse ohne Hilfe von außen reparieren. Selbstheilungsprozesse aus der Pflanzenwelt geben dabei den Weg vor.

Unvorhergesehenes Materialversagen kann weitreichende Folgen haben. Wenn ein Reifen platzt oder ein Dichtungsring versagt, sind Mikrorisse schuld, die praktisch in jedem Bauteil vorhanden, aber nur schwer zu entdecken sind. Die Einführung einer Selbstheilungsfunktion, um solche Risse auszuheilen oder das Risswachstum zu unterbinden, wäre eine elegante Lösung, um spontanes Materialversagen zu reduzieren und die damit verbundenen Ausfälle zu vermeiden.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt in einem BMBF-Vorhaben selbstheilende Elastomere, die Mikrorisse autonom, d. h. ohne einen Eingriff von außen, reparieren können und aus denen später prototypische selbstheilende Dichtungsringe erstellt werden sollen. Botanische Selbstheilungskonzepte, wie pflanzliche Sekrete, deren Transport- und Speichergewebe, dienen hierbei als Vorbild.



Wird beispielsweise der Kautschukbaum *Hevea brasiliensis* verletzt, treten Sekrete aus. Das Protein Hevein wird freigesetzt und vernetzt mit Latexpartikeln zu einem biologischen Wundverschluss. Weitere Quellen bionischer Innovationen bieten z. B. die sphärischen Vesikel der Akazie oder Milchröhrensysteme in Löwenzahn und Wolfsmilcharten.

Fraunhofer UMSICHT überführt die Mechanismen der Natur in technische Anwendungen, indem zuerst die natürlichen Vorbilder detailliert analysiert und einer genauen Analogiebetrachtung unterzogen werden. Um in Kunststoffbauteilen einen Selbstheilungsmechanismus zu integrieren, wäre z. B. der Aufbau eines Speicher- bzw. Transportsystems mit Mikrokapseln bzw. -röhren oder festen Emulsionen im Bauteil denkbar.

Bild rechts zeigt die Rissheilung einer Selbstheilungskomponente, die vor allem für unpolare Elastomere geeignet ist und erfolgreich mikroverkapselt werden konnte. Die durchschnittlich 30 µm großen Kapseln werden in die Elastomere eingearbeitet und die entstehenden Compounds analysiert (Bild links). Parallel dazu werden Blends der unverkapselten Komponente mit den Elastomeren hergestellt. Probekörper aus den erzeugten Materialien zeigten bereits deutliches Selbstheilungsverhalten und wiesen nach makroskopischem Schnitt und anschließendem Ausheilen eine wiederhergestellte Zugdehnung von bis zu 40 % auf.

**Ansprechpartner:**

*Dr. rer. nat. Anke Nellesen*

*Telefon: 0208 8598-1147*

*E-Mail: anke.nellesen@*

*umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Ing. Jürgen Bertling*

*Telefon: 0208 8598-1168*

*E-Mail: juergen.bertling@*

*umsicht.fraunhofer.de*



## IMPRÄGNIERUNG VON KUNSTSTOFFEN MIT ÜBERKRITISCHEN FLUIDEN

Der kritische Punkt bezeichnet einen thermodynamischen Zustand eines Stoffes, an dem sich die Dichten von flüssiger und gasförmiger Phase angleichen, so dass die beiden Aggregatzustände nicht mehr zu unterscheiden sind. Überkritische Fluide verbinden das hohe Lösevermögen von Flüssigkeiten mit der niedrigen Viskosität von Gasen. Bei Druckminderung sind sie durch Verdampfung vollständig entfernbar.

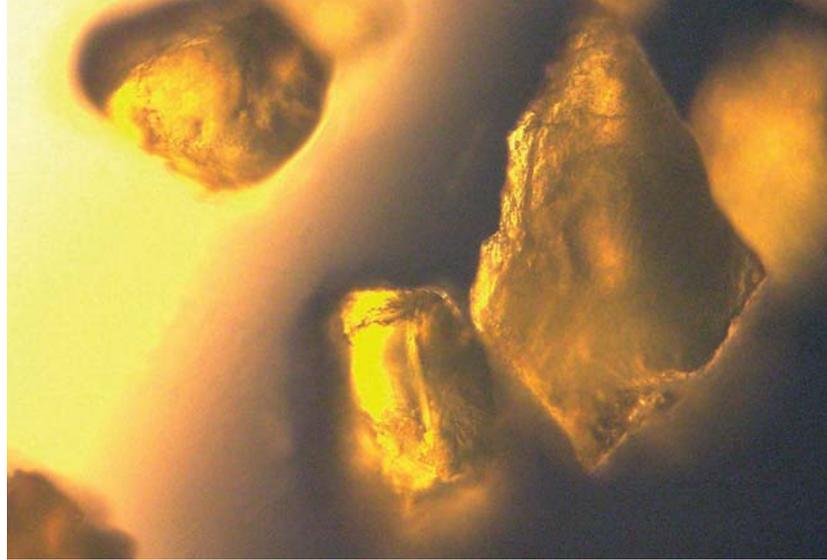
Dies macht sie zu idealen Lösungsmitteln, die als Nachteile lediglich den hohen Druck während des Prozesses aufweisen.

Kohlendioxid geht bei Temperaturen von mehr als 30,9 °C und einem Druck von über 73,7 bar in den überkritischen Zustand über.

Wer fossile Energieträger nutzt, erzeugt unweigerlich Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Einmal in die Atmosphäre entlassen, wirkt es klimaschädlich. Eine Möglichkeit zum Klimaschutz ist, das  $\text{CO}_2$  aufzufangen und von der Atmosphäre zu isolieren. Während die einen versuchen,  $\text{CO}_2$  dauerhaft in tiefen Gesteinsschichten oder in Gashydraten (siehe S. 46/47) zu lagern, beschäftigt sich Fraunhofer UMSICHT mit der industriellen Nutzung dieses meist als Abfallprodukt anfallenden Gases. Im Hochdrucklabor wird das  $\text{CO}_2$  in den überkritischen Zustand gebracht und getestet, wie es sich für die Imprägnierung von Kunststoffen eignet.

Kohlendioxid ist ein farbloses, unbrennbares, schwach säuerlich riechendes und schmeckendes Gas. In freiem Zustand ist es ein natürlicher Bestandteil von Luft (0,03 – 0,036 Vol.-%) und Mineralquellen. Kohlendioxid zählt zu den Treibhausgasen und macht etwa 60 % des vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhauseffekts aus. Doch es hat auch durchaus positive Eigenschaften.

Eine besonders interessante Eigenschaft zeigt  $\text{CO}_2$ , wenn man ihm richtig Druck macht: im sogenannten überkritischen Zustand zeigt es lösemittelähnliches Verhalten – allerdings ohne die unangenehmen Nebenwirkungen bekannter organischer Lösemittel, zu denen unangenehme Gerüche, Gesundheits- und Umweltschäden sowie explosive Dämpfe zählen. Bei Druckentspannung verflüchtigt sich das inerte Gas in die Atmosphäre. Bekannt ist dieses Phänomen von der Mineralwasserflasche. Prozesstechnisch kann das verdampfende  $\text{CO}_2$



sehr gut aufgefangen und im Kreislauf gefahren werden. Dies macht es zu einem idealen Lösungsmittel, das als Nachteil lediglich den hohen Druck während des Prozesses aufweist.

Fraunhofer UMSICHT erprobt im neu aufgebauten Hochdrucklabor, wie sich überkritisches  $\text{CO}_2$  für die Imprägnierung von Kunststoffen eignet. Die Imprägnierung verspricht die Möglichkeit, Kunststoffbauteile kundenspezifisch zu modifizieren. Farbe, Additive oder Wirkstoffe werden dabei in oberflächennahe Schichten gebracht – und auf die Oberfläche kommt es schließlich an! Da die Imprägnierung bei niedrigen Temperaturen, weit unterhalb der Schmelztemperatur der Polymere erfolgt, ist der energetische Aufwand gering. Wie die Grafik zeigt, können zwei prinzipielle Wirkmechanismen bei der Imprägnierung unterschieden werden:

### 1. Imprägnierung von Polymeren mit $\text{CO}_2$ -löslichen Additiven:

Hierbei wird eine  $\text{CO}_2$ -lösliche Substanz, beispielsweise ein

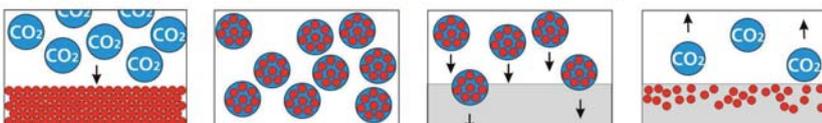
Farbstoff, im Kohlendioxid gelöst, welches sich dann wiederum unter Hochdruck im Polymer löst – samt Farbstoff. Bei Entspannung entweicht das Kohlendioxid, der Farbstoff bleibt. In Abhängigkeit von Polymer und Prozessparameter sind Eindringtiefen von 40 bis über 400  $\mu\text{m}$  in unter 20 min zu beobachten. Bild links zeigt ein lasergesintertes Lüfterrad, welches auf diesem Wege nachträglich eingefärbt wurde.

### 2. $\text{CO}_2$ -unterstützte Imprägnierung mit unlöslichen Imprägnaten:

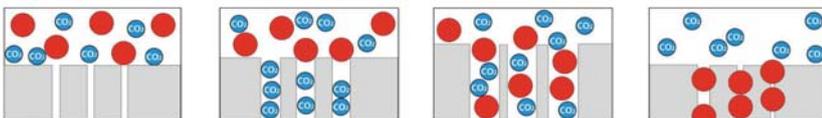
Es ist möglich, Kunststoffe mit  $\text{CO}_2$ -unlöslichen Stoffen zu imprägnieren, beispielsweise mit Nanopartikeln. Die Transportmechanismen sind noch nicht vollständig verstanden. Das Kohlendioxid weitet die innere Polymerstruktur und treibt die Partikel in das Material. Bei Entspannung entsteht so oberflächennah ein Nanokompositwerkstoff. Bild rechts zeigt die Mikroskopaufnahme einer Matrix eines Polyamid-Pulvers in das Farbstoff (Dispersionsfarbstoff) eingebracht wurde.

## Modifizierung von Polymerpulvern und Bauteilen

### Imprägnierung von Polymeren mit $\text{CO}_2$ -löslichen Additiven, z. B. Farbstoff



### $\text{CO}_2$ -unterstützte Imprägnierung mit unlöslichen Imprägnaten, z. B. NP



#### Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Manfred Renner

Telefon: 0208 8598-1411

E-Mail: manfred.renner@

umsicht.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Jürgen Bertling

Telefon: 0208 8598-1168

E-Mail: juergen.bertling@

umsicht.fraunhofer.de

# PRODUKTIONSTECHNISCHE INFORMATIONSSYSTEME



Dipl.-Phys. Thorsten Wack,  
Geschäftsfeldleiter  
Produktionstechnische Informationssysteme

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Th. Wack'.

Nach Prognosen der EU-Kommission werden in den nächsten 10 Jahren 80 % der heute angewandten Technologien durch neue ersetzt.

Wertschöpfungsketten in Unternehmen sind eng mit der Bereitstellung von Informationen verbunden, Optimierungen sind nicht ohne ausreichende Datenbasis durchführbar.

---

BEWERTUNG VON ENERGIEEINSPARUNG DURCH SERVER-  
KONSOLIDIERUNG

---

IT-SERVICE-MANAGEMENT

---

ENERGIEEFFIZIENTE RECHENZENTREN DURCH SERVER-  
VIRTUALISIERUNG



## BEWERTUNG VON ENERGIEEINSPARUNG DURCH SERVER-KONSOLIDIERUNG

Unter einer Last auf einem Computer wird in diesem Artikel eine Leistungsaufnahme verstanden, die der Computer hat, wenn Personen auf ihm arbeiten oder Programme auf ihm ausgeführt werden. Eine künstliche Last bedeutet in diesem Fall, dass beispielsweise extra ein Programm gestartet wird, das viele andere Programme oder Benutzer auf dem Computer imitiert und ihn somit auslastet.

Die Leerlaufast eines Servers ist die kleinste von ihm benötigte Last, wenn er eingeschaltet ist und auf Aufgaben wartet. Die Messung der verschiedenen Lasten kann außerhalb der normalen Geschäftszeiten geschehen und nimmt nicht sehr viel Zeit in Anspruch.

Hat eine Firma mehrere Filialen, stehen meist an jedem Standort Server, die ein Netzwerk bilden und die Belegschaft an ihren Arbeitsplätzen mit Informationen versorgen. Immer häufiger werden diese dezentralen Server durch zentrale Server an einem einzigen Standort ersetzt. Die Gründe dafür sind vielfältig, meist ist es der Wunsch, Kosten zu reduzieren: für Personal und/oder Energie. Entsprechen dezentrale Geräte nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik werden sie deshalb häufig ausgetauscht, auch wenn sie ihre Arbeit noch voll verrichten. Fraunhofer UMSICHT untersucht, ab wann eine Erneuerung wirklich zu einer Energieersparnis führt.

Größere Betriebe oder Institutionen stellen der Belegschaft Informationen via Computer, Server und andere Infrastruktur bereit. Neben Arbeitsplatzcomputern werden zunehmend auch Server benötigt, die an einer Stelle im Betrieb aufgestellt und angeschlossen werden.

Hat eine Firma mehrere Filialen, stehen meist an jedem Standort Server, die ein Netzwerk bilden und die Belegschaft an ihren Arbeitsplätzen mit Informationen versorgen. Diese dezentralen Server werden immer häufiger durch zentrale Server an einem einzigen Standort ersetzt. Die Gründe für den Serveraustausch sind vielfältig: Einer ist der Wunsch, Personalkosten zu reduzieren. Denn auch das Know-how muss nun nicht mehr extern verfügbar sein, um die Geräte zu administrieren und zu warten. Oder der Austausch soll Energie sparen. Da wenige Computer die Arbeit von vielen dezentralen übernehmen können, kommt diesem Aspekt



vor dem Hintergrund von »Green IT« stetig wachsende Bedeutung zu. Auch wenn die dezentralen Geräte nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, ist meist ein Austausch fällig. Doch was, wenn sie ihre Arbeit noch voll verrichten können und nicht ersetzt werden müssen? Ab wann bringt eine Erneuerung dennoch eine Energieersparnis?

Fraunhofer UMSICHT beantwortet diese Fragen und ermittelt die bisherige Leistungsaufnahme, gemessen in Watt (W), und den bisherigen Energieumsatz, gemessen oder errechnet in Wattstunden (Wh). Hierfür müssen sowohl die alten dezentralen, als auch die neuen zentralen Server miteinander verglichen werden. Bei neuen, die erst noch angeschafft werden müssen, können dazu die Herstellerangaben verwendet werden. Im Idealfall werden diese Angaben durch Teststellungen überprüft.

Für die einzelnen Messungen der Leistungsaufnahmen werden am besten mehrere aussagekräftige, komplette Tage, also jeweils 24 Stunden, gemessen und zur Berechnung des Energieumsatzes herangezogen. Hierfür muss die Stromversorgung des gemessenen Geräts in einen Adapter des Messgeräts gesteckt werden. Da aber der laufende Betrieb nicht unnötig gestört werden soll, was bei Servern ohne redundante, also zusätzlich sichernde Netzteile die Folge wäre, kann es ausreichen, eine künstliche Last auf den Servern zu erzeugen, um so die angenommene Maximallast aufzuzeichnen.

Falls mehrmalige 24 Stunden Messungen nicht möglich sind, ist eine Analyse der Benutzeranzahl auf den entsprechenden Servern und somit dessen Auslastung sehr wichtig. Das heißt, dass ein Diagramm mit der Benutzeranzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt oder einer Uhrzeit erstellt werden kann. Mit diesem Diagramm oder dieser Kurve ist eine Annäherung an die Auslastung der Server möglich, so dass mit Hilfe der jeweiligen Minimal- und Maximalwerte eine resul-

tierende Lastkurve errechnet werden kann.

Diese Ergebnislastkurve beginnt und endet mit der Minimallast des jeweiligen Servers und wird weiterhin geformt durch die verrichtete Arbeitslast, die z. B. durch die Benutzer ausgelöst wird. Anhand der Werte, die die Kurve bilden, lassen sich der Energieumsatz errechnen und eine Hochrechnung für ein komplettes Jahr erstellen.

**Ansprechpartner:**

*Ing. André Reinecke*

*(Bachelor of ICT)*

*Telefon: 0208 8598-1318*

*E-Mail: andre.reinecke@*

*umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Phys. Thorsten Wack*

*Telefon: 0208 8598-1278*

*E-Mail: thorsten.wack@*

*umsicht.fraunhofer.de*



## IT-SERVICE-MANAGEMENT

### ITIL als Leitgedanke bei zentralem Hosting von Anwendungssoftware

**Service Management** – Service Management ist das Zusammenspiel von spezialisierten, organisatorischen Fähigkeiten, um dem Kunden einen Wert in Form von Services zu liefern.

**Service** – Ein Service ist eine Möglichkeit, einen Mehrwert für Kunden zu erbringen, indem das Erreichen der von den Kunden angestrebten Ergebnisse erleichtert oder gefördert wird. Dabei müssen die Kunden selbst keine Verantwortung für bestimmte Kosten und Risiken tragen. Ergebnisse werden durch Leistung erreicht und sind eine Reihe von Beschränkungen unterworfen. Services erhöhen die Performance und reduzieren die Beschränkungen.

**Value/Wert** – Der Wert ist Kern des Konzepts. Aus Kundensicht besteht der Wert aus zwei Kernkomponenten: Utility und Warranty. Utility ist, was der Kunde erhalten möchte, und Warranty, wie es geliefert wird.

Unternehmen sind heutzutage oft in einem starken Maße von der Verfügbarkeit ihrer IT-Services abhängig. Es wird erwartet, dass die IT nicht nur das Kerngeschäft des Unternehmens unterstützt, sondern auch einen Beitrag zum Wettbewerbsvorteil leistet. Die IT kann beispielsweise den Einsatz neuer Technologien ermöglichen, wodurch dem Unternehmen neue Marktchancen eröffnet werden. Letztendlich soll die IT helfen, die Zielsetzung des gesamten Unternehmens zu verwirklichen. Sie muss daher in der Lage sein, flexibel auf den sich im Laufe der Zeit ändernden Bedarf an IT-Services zu reagieren. Als IT-Service Anbieter beschränkt Fraunhofer UMSICHT seinen Fokus nicht nur auf die Technik und die eigene Organisation, sondern setzt sich auch mit der Qualität der Services auseinander. Dies zu gewährleisten ist Aufgabe des IT Service Managements (ITSM). Dabei steht der durch den IT-Service zu erbringende wirtschaftliche Mehrwert für den Kunden im Fokus.

IT Service Management befasst sich mit allen Prozessen einer IT-Organisation, die das Erreichen der Geschäftsziele eines Unternehmens unterstützen. Dabei umfasst das IT Service Management jegliche Art von Methodik und Maßnahmen zur Optimierung aller relevanten IT-Prozesse, Standard ist hier die IT Infrastructure Library TM.

Die Information Technology Infrastructure Library™ (ITIL) bietet eine systematische Einführung in die Förderung der Qualität von IT-Services. ITIL wurde in den 1980ern und 1990ern von der CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency, nun Office of Government Commerce, OGC) im Auftrag der UK Government entwickelt. Seit damals liefert ITIL nicht nur

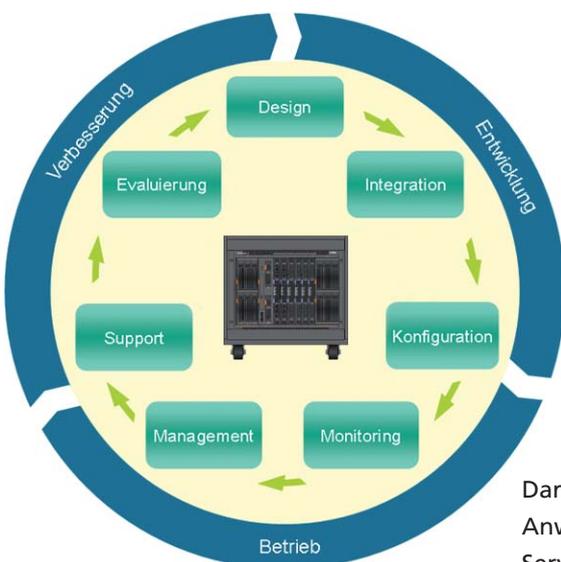
ein auf Best Practice basierendes Framework, sondern auch die Einstellung und Philosophie, die die Menschen teilen, die damit praktisch arbeiten. ITIL wurde in der Zwischenzeit zweimal aktualisiert, das erste Mal 2002 (V2), und das zweite Mal 2007 (V3).

ITIL wird als Good Practice angesehen. Dies ist ein Ansatz oder eine Methode, die sich in der Praxis bewährt hat. Good Practices können eine massive Unterstützung für Organisationen sein, die ihre IT-Services verbessern wollen.

Mit dem ITIL Servicelebenszyklus, der auf dem Kernkonzept des »Service Management« und den dazugehörigen Konzepten »Service« und »Value« basiert, wird die Grundlage für eine systematische Überwachung von IT-Prozessen sowie deren Dokumentation geschaffen. Die IT-Systemlandschaften werden dadurch transparenter und der Mehrwert der IT innerhalb des Geschäftsprozesses wird durch gezieltes Reporting belegt. Dies ist die Basis für die systematische Verbesserung und Optimierung der Prozesse.

Fraunhofer UMSICHT stellt Anwendungen wie das Gefahrstoff Verwaltungs- und Informationssystem GEVIS II oder den Projektinspektor für die Fraunhofer-Gesellschaft zentral als Service bereit. Der Betrieb dieser gehosteten Anwendungen ist durch SLAs (Service-Level-Agreement) vertraglich geregelt. Beispielsweise sind in den SLAs maximale Ausfallzeiten eines Services festgelegt. Damit der Betrieb dieser Anwendungen professionell und kundengerecht angeboten werden kann, wird ITIL hier als Leitgedanke zugrunde gelegt.

Ziel ist es, die zugesicherten Leistungen, wie Umfang, Reaktionszeit und Schnelligkeit der Bearbeitung dem Auftraggeber so transparent wie möglich zu machen. ITIL verkörpert das, was in der technischen Informationsverarbeitung schon lange Usus ist: die Zusammenarbeit über Unternehmensstrukturen und geografische Grenzen hinweg. Dabei rücken der Service-Gedanke und der IT-Lebenszyklus in den Mittelpunkt der Betrachtungen.



Darstellung der bereitgestellten Anwendungen als IT- Servicemanagement-Prozess

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Klein

Telefon: 0208 8598-1165

E-Mail: [thomas.klein@umsicht.fraunhofer.de](mailto:thomas.klein@umsicht.fraunhofer.de)

Dipl.-Phys. Thorsten Wack

Telefon: 0208 8598-1278

E-Mail: [thorsten.wack@umsicht.fraunhofer.de](mailto:thorsten.wack@umsicht.fraunhofer.de)

[umsicht.fraunhofer.de](http://umsicht.fraunhofer.de)



Im Jahr 2001 lag die Energiemenge, die durch Informations- und Kommunikationstechnologien in Deutschland verbraucht wurde, mit rund 38 TWh bei 7,1% des gesamten Elektroenergieverbrauchs. Im Jahr 2007 betrug der IKT-bedingte Stromverbrauch mit 55,4 TWh bereits 10,5% des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland. Ohne Gegenmaßnahmen erwartet man bis zum Jahr 2020 einen Anstieg um mehr als 20% auf rund 66,7 TWh<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft 2009, Fraunhofer IZM, Fraunhofer ISI

## ENERGIEEFFIZIENTE RECHENZENTREN DURCH SERVER- VIRTUALISIERUNG

27 Millionen Haushalte in Deutschland hatten laut Erhebungen des Statistischen Bundesamtes im Jahr 2008 einen Internetzugang. Im Jahr 2009 stieg die Zahl bereits auf 29 Millionen. Die Ausstattung deutscher Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verbessert sich jährlich und mit ihr wächst der IKT-bedingte Stromverbrauch. Fraunhofer UMSICHT hat herkömmliche Client-/Server-Umgebungen mit einem Betriebsmodell basierend auf Terminalservern und Thin Clients verglichen und dabei signifikante Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale ermittelt. Diese Erkenntnisse sollen jetzt in die Praxis kleiner und mittelständischer Unternehmen übertragen werden.

In dem vom Bundesumweltministerium geförderten Projekt wird eine komplette Umgebung zur Applikationsbereitstellung mit allen erforderlichen Serverrollen innerhalb eines Blade-centers realisiert. Die Server werden dabei weitestgehend virtualisiert. Auf Client-Seite kommen energiesparende Thin Clients zum Einsatz.

Das Konzept der »Virtualisierung« wurde bereits 1960 eingeführt und bildet den Oberbegriff für eine Reihe technologischer Ansätze. Im Allgemeinen versteht man darunter das Nachbilden von Eigenschaften scheinbar vorhandener Hardware bzw. Systeme. Das Ziel dabei ist die Abstrahierung logischer IT-Systeme von physischer Hardware. Eine virtuelle Maschine oder auch »Gastsystem« ist dabei eine konkrete Ausprägung virtualisierter Hardware. Sie verhält sich wie physische, dedizierte Hardware: Sie ist ebenso konfigurierbar

und flexibel (Verhalten, Ressourcen, Prioritäten) und ermöglicht die Installation eines Betriebssystems.

Obwohl das Konzept grundsätzlich nicht neu ist, wurden erst durch den technologischen Fortschritt der letzten Jahre umfangreichere Einsatzmöglichkeiten erschlossen und die bestehenden Potenziale gehoben. Das Schlüsselereignis bildete dabei die Virtualisierung von Standard-Hardware auf Basis von x86-Architekturen (1999).

Die Server Virtualisierung ermöglicht heute die simultane Bereitstellung von verschiedenen Betriebssystemen (Windows, UNIX, Linux etc.) sowie mehrerer Instanzen des gleichen Betriebssystems auf einer physischen Hardware. Daraus ergeben sich im Vergleich zum dedizierten Aufbau u.a. die folgenden Vorteile. Das Leistungspotenzial moderner CPUs wird erheblich besser genutzt, dies erfolgt im herkömmlichen Betrieb nur punktuell. Weiterhin können Hardware eingespart und die Betriebskosten reduziert werden. Schlussendlich vereinfacht sich das gesamte Life-Cycle-Management.

Obwohl die Konsolidierung kompletter Serverlandschaften hinsichtlich auftretender Inkompatibilitäten nicht ganz unkritisch ist, überwiegen die Vorteile deutlich. Insbesondere besticht dieser Ansatz durch seine hervorragende Energie- und Ökobilanz.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt und realisiert im Rahmen von Projekten für seine Kunden die zur Virtualisierung notwendigen Architekturen. Dabei werden ebenso Sicherheitsaspekte beleuchtet wie Konzepte entwickelt, die den Betrieb kompletter konsolidierter Serverlandschaften ermöglichen.

*Ansprechpartner:*  
*Dipl.-Phys. Thorsten Wack*  
*Telefon: 0208 8598-1278*  
*E-Mail: thorsten.wack@*  
*umsicht.fraunhofer.de*

# ENERGIEANLAGENTECHNIK

Dr. Thomas Marzi,  
Geschäftsfeldleiter  
Energieanlagentechnik

*Thomas Marzi*



Ziel unserer Arbeit ist die anwendungsorientierte Entwicklung von Energieumwandlungsanlagen zur effizienten und wirtschaftlichen Strom-, Wärme- und Kälteversorgung. Unsere Kompetenz in den Bereichen Energieumwandlung, regenerative Energiequellen und »Waste to Energy« nutzen wir, um unsere Kunden erfolgreich in einem dynamischen Energie- und Abfallmarkt zu positionieren.

---

ELEKTROMOBILITÄT MIT SYSTEM:  
BATTERIE-RECYCLING

---

STUDIE: GASNETZE DER ZUKUNFT



## ELEKTROMOBILITÄT MIT SYSTEM: BATTERIE-RECYCLING

Recycling beschreibt allgemein den Vorgang, Abfall so aufzubereiten, dass er als Sekundär-Rohstoff wieder in den Produktionsprozess einfließen kann. Auf dem Gebiet der Elektromobilität ist insbesondere das Recycling von Rohstoffen begrenzter Verfügbarkeit oder hoher Gewinnungskosten von Relevanz. Hierzu zählen beispielsweise zahlreiche im Bereich der Energiespeicher eingesetzte Metalle (Lithium, Kobalt, etc.), aber auch die Leitsalze der verwendeten Elektrolyte.

Die Lithium-Ionen-Batterie zeichnet sich durch eine sehr hohe Energiedichte aus. Sie gilt als thermisch stabil, liefert weitgehend konstante Spannung im Entladezeitraum und unterliegt nahezu keinem Memory-Effekt. Alle Bestandteile sind derzeit in intensiver Weiterentwicklung begriffen.

Um die volkswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands vor allem im Automobilbau und auf den Gebieten Energieerzeugung und -speicherung zu erhalten und die internationale Entwicklung maßgeblich und nachhaltig mit zu gestalten, muss das Thema Elektromobilität in Deutschland systematisch und ganzheitlich vorangetrieben werden. Mehr als 30 Institute der Fraunhofer-Gesellschaft bündeln ihre Kompetenz und forschen an Lösungen für die elektromobile Zukunft. Fraunhofer UMSICHT untersucht die Recyclingfähigkeit neuer innovativer Batteriesysteme mit dem Ziel, möglichst alle Rohstoffe aus den Batteriesystemen im Kreislauf zu führen bzw. weiterzuverwerten. Im Fokus stehen Lithium-Ionen-Energiespeicher, die Kopplungsmöglichkeiten zwischen Recycling und Produktentwicklung sowie die ökobilanzielle Betrachtung zum Recycling.

Mit der »Systemforschung Elektromobilität« verfolgt die Fraunhofer-Gesellschaft das Ziel, den Wandel zu einer nachhaltigen »All-electric Economy« wirkungsvoll zu unterstützen. Die Besonderheit des Fraunhofer-Ansatzes ist es, alle Wertschöpfungsstufen der Elektromobilität zu betrachten und aufeinander abgestimmt zu erforschen - ausgehend von der Energieerzeugung, über den Transport und die Verteilung der Energie durch die Stromnetze, die Schnittstellen zwischen Stromnetz und Fahrzeug, die Energiespeicherung bis hin zu neuen Fahrzeugkonzepten mit einer neuen Infrastruktur sowie Nutzungs- und Abrechnungskonzepten. Die Systemforschung umfasst die Themenschwerpunkte Fahrzeugkonzepte, Energieerzeugung, -verteilung und -umsetzung, Energiespeichertechnik sowie technische Systemintegration und gesellschaftspolitische Fragestellungen.

Grundvoraussetzung für jede Zukunftsvision – von der Elektromobilität bis hin zu rückspeisenden Speichereinheiten – ist ein zuverlässiges, effizientes und langlebiges Speichersystem. Lithiumbatterien mit ihren spezifischen Eigenschaften, allen voran den hohen Energie- und Leistungsdichten sowie den hohen erreichbaren Lebensdauern, stellen eine mögliche Basis für derartige Systeme dar. Allerdings gibt es sowohl auf der Material- als auch auf der Systemebene viele offene Fragen. Im Themenschwerpunkt »Energiespeichertechnik« werden u. a. innovative Batteriesysteme aufgebaut und für den Einsatz in zwei Demonstratoren angepasst. In Fahrzeugen sind die Sicherheitsanforderungen, Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und nicht zuletzt das elektrische Anforderungsprofil an das Batteriesystem sehr hoch. Die Beherrschung des erforderlichen Energieinhaltes und der Leistung unter extremen Umgebungseinflüssen erfordert eine deutlich verbesserte Sicherheit der Batterien nicht nur auf der Ebene der Batteriechemie sondern auch des Batteriesystems.

In diesem Kontext beschäftigt sich Fraunhofer UMSICHT zusammen mit weiteren Fraunhofer-Instituten mit der Recyclingfähigkeit neuer innovativer Batteriesysteme. Neben der Recherche bestehender Recyclingverfahren und deren Eignung auf die Zusammensetzung und den Aufbau von Lithium-Ionen-Energiespeichern werden Kopplungsmöglichkeiten zwischen Recycling und Produktentwicklung untersucht. Das Ziel der theoretischen Verfahrensbetrachtung ist die Kreislaufführung bzw. Weiterverwertung möglichst aller Rohstoffe aus den Batteriesystemen.

Das Gesamtvorhaben »Systemforschung Elektromobilität« wird im Rahmen des Konjunkturprogramms II mit 30 Mio.

Euro durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördert (Förderkennzeichen 13N10597 - 13N10600).

**Ansprechpartner:**

*Dr.-Ing. Asja Mrotzek  
Telefon: 0208 8598-1154  
E-Mail: asja.mrotzek@  
umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Chem. Heiko Lohmann  
Telefon: 0208 8598-1197  
E-Mail: heiko.lohmann@  
umsicht.fraunhofer.de*



Die Rohstoffbasis zur Erzeugung von Biogas ist breit und reicht von Grasschnitt über Energiepflanzen bis hin zu biogenen Abfällen. Biogas lässt sich bei entsprechender Aufbereitung in das vorhandene Erdgasnetz einspeisen. Das zu Biomethan veredelte Gas kann ohne Bedenken in allen Erdgasanwendungen eingesetzt werden, beispielsweise in stationären Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, an Tankstellen als Kraftstoff oder in häuslichen Anwendungen. Dies entkoppelt das Biomasseangebot von der Energienachfrage und hilft, einen deutlich größeren Anteil des Biomassepotenzials klimaschonend zu erschließen.

## STUDIE: GASNETZE DER ZUKUNFT

**Derzeit ist es attraktiv wie nie, Projekte zur Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz zu entwickeln. Welche technischen und wirtschaftlichen Auswirkungen die verstärkte Biogaseinspeisung auf den Erdgasnetzbetrieb haben können, untersucht Fraunhofer UMSICHT in einem BMU-geförderten Forschungsvorhaben gemeinsam mit der Balance VNG Bioenergie GmbH, Leipzig und der E.ON Avacon Netz GmbH, Braunschweig.**

Die Novellierung der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) im Jahr 2008 und des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2009 brachten die Rechtssicherheit und machten die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz zu einer sehr attraktiven Option der energetischen Nutzung von Biomasse.

In Deutschland bestehen ca. 4 780 Anlagen, in denen Biogas durch Vergärung von Biomasse gewonnen wird. Derzeit speisen mehr als zehn Anlagen in Deutschland Biomethan in das Erdgasnetz ein. Viele weitere Projekte sind in Planung und Bau.

Wie sich die verstärkte Biogaseinspeisung auf den Erdgasnetzbetrieb technisch und wirtschaftlich auswirken kann, wird in einem vom Bundesumweltministerium geförderten Vorhaben untersucht.

Dabei werden systematisch die finanziellen Auswirkungen für den Netzanschluss von Biogasanlagen beziffert und durch die Entwicklung von konkreten Vorschlägen und Vergleichsrechnungen Lösungsansätze zur Kostenminimierung vorge schlagen. Ziel ist es, ein Optimum zwischen minimaler finanzieller Belastung der Endkunden und einer möglichst breiten Umsetzung der Biogaseinspeisung zu entwickeln. Die Szenarien zur Projektion möglicher Auswirkungen der Netzeinspeisung



orientieren sich daher auch an den klimapolitischen Vorgaben.

Die prognostizierte Entwicklung des Einspeiseaufkommens wird erhebliche wirtschaftliche und technische Auswirkungen auf den Betrieb der Gasnetze, auf die Gasqualität und auf die Technik der Gasaufbereitung haben. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden qualitativ und quantitativ sowohl generelle Entwicklungstendenzen aufgezeigt als auch charakteristische Anwendungsfälle in verschiedenen Netzebenen und -strukturen untersucht.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen liegt dabei auf der Analyse der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zur Herstellung der Gasnetzkompatibilität nach DVGW G 685 (DVGW = Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches). Neben den Auswirkungen der Biogaseinspeisung auf die Gaskompatibilität und den Netzbetrieb werden auch die Möglichkeiten zur Optimierung der Biogasaufbereitung und -einspeisung sowie mögliche Konflikte mit den Qualitätsanforderungen aus Sicht von Gaskunden betrachtet. Die Untersuchungen werden nach charakteristischen Netzebenen und typischen Anlagengrößen strukturiert.

*Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Wolfgang Urban  
Telefon: 0208 8598-1124  
E-Mail: wolfgang.urban@  
umsicht.fraunhofer.de*

# ENERGIE-EFFIZIENZ- TECHNOLOGIEN



Dr.-Ing. Christian Dötsch,  
Geschäftsfeldleiter  
Energie-Effizienz-Technologien

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Christi Dötsch', enclosed in a light gray rectangular box.

Ziel unserer Arbeit ist die Entwicklung neuer Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz sowie deren Integration in bestehende Energiesysteme. Um diese Entwicklungen voranzutreiben, kombinieren wir unsere Erfahrungen und Forschungsergebnisse aus unseren Laboren und Versuchsständen mit simulativen Werkzeugen. Dabei haben wir immer Markt und Wertschöpfung im Fokus und spiegeln technologische Möglichkeiten und Notwendigkeiten an individuellen Kundenbedürfnissen.

---

ENERGIESPEICHER IM NETZ

---

ABWÄRMEVERSTROMUNG MIT KLEINEN ORC-PROZESSEN

---

ENERGIEKENNZAHLEN – 20 KRANKENHÄUSER  
IM VERGLEICH

---

DEUTSCH-ÄGYPTISCHES DEMONSTRATIONS-PROJEKT  
»SOLARE KÜHLUNG«

Wir sind auf ein stabiles Stromnetz angewiesen. Im Energiemix der Zukunft spielen erneuerbare Energien eine zunehmende Rolle, doch diese sind schwerer kalkulierbar als fossile Ressourcen. Es hängt von Wetter und Tageszeit ab, wie viel Strom ins Netz eingespeist wird. Reservespeicher gleichen diese Schwankungen aus. Fraunhofer arbeitet an wirtschaftlichen und umweltschonenden Lösungen, um ausreichend Reserven vorhalten zu können.



## ENERGIESPEICHER IM NETZ

**Im Rahmen des Fraunhofer-Zukunftsthemas »Energiespeicher im Netz« soll die Lieferung von Wind- und Sonnenenergie ebenso planbar gemacht werden wie die Energie aus konventionellen Kraftwerken. Neben der eigentlichen technologischen und systemischen Forschung in diesem Bereich koordiniert Fraunhofer UMSICHT das Thema Fraunhofer-weit.**

Fraunhofer UMSICHT entwickelt zum einen fortschrittliche Methoden zur technischen Auslegung und Dimensionierung von Druckluftspeicherkraftwerken (Compressed Air Energy Storage – CAES). Zum anderen treibt das Institut im Bereich der Batterietechnologien Energiemanagementsysteme für Redox-Flow- und Lithium-Ionen-Batterien voran.

Während bei den Lithium-Ionen-Batterien die Vermessung und Charakterisierung im Mittelpunkt stehen, werden bei Redox-Flow-Batterien zusätzlich designtechnische Fragestellungen beim Aufbau der Batterie-Stacks bezüglich der Verfahrens- und Elektrotechnik bearbeitet. Dazu stehen mehrere Prüflabore zur Verfügung. Das Labor für Redox-Flow-Batterien umfasst mehrere Prüfstände, in denen Batterie-Stacks einzeln, parallel oder als System verschaltet mit einer Leistung bis zu 80 kW getestet werden können. Zudem ist eine detaillierte Charakterisierung für mehrzellige Batterie-Stacks mittels Impedanzspektroskopie möglich.

Im Hinblick auf den Themenbereich Elektromobilität ist das Labor für die Prüfung von Lithium-Ionen-Batterien ausgerichtet. Mit simulierten Fahrzyklen wird die Leistungsfähigkeit dieser Batterien bis zu einer Leistung von 120 kW überprüft. Dabei können die Batterien mit Spannungen bis zu 850 Volt und Strömen bis 600 A betrieben sowie in einer Temperaturkammer bei -40 bis +85 °C gestresst werden.



Die Erfahrungen aus den Prüfungen bieten die Basis für die Entwicklung angepasster Energiemanagementsysteme für den Betrieb der Energiespeicher in Fahrzeugen oder Energieversorgungsnetzen.

Neben der technologischen Weiterentwicklung und den Testverfahren für Stromspeicher spielen systemische Untersuchungen eine wichtige Rolle. Ein zentraler Aspekt ist die Untersuchung von Speicherdienstleistungen auf ihre technische Machbarkeit und die ökonomische Bewertung der damit zu erzielenden Erlöse. Hierfür wird das Optimierungsmodell GOMES für den Betrieb und die Dimensionierung von Speichern entwickelt. Neben technischen und wirtschaftlichen Aspekten können darin unterschiedliche politisch-regulatorische Rahmenbedingungen (beispielsweise zukünftige Fortentwicklungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes) berücksichtigt werden. Das generische Modell ermöglicht es, verschiedene Speichertechnologien abzubilden und sie in Bezug auf die gewünschte Speicherdienstleistung in ihrer Performance zu vergleichen. Bisher lag der Fokus bei Speichern mit mittlerer bis großer Leistung, welche zentral im Netz oder in Verbindung mit einem Erzeuger, z. B. einem Windpark, betrieben werden. Künftig sind durch die Entwicklung der Elektromobilität auch eine Vielzahl von kleinen, beim Endverbraucher eingesetzten Speichern zu erwarten. Daher erweitert Fraunhofer UMSICHT seine systemische Betrachtung und Modellentwicklung in diesen Bereich hinein, um Antworten für die Fragen der Zukunft zu finden.

***Ansprechpartner:***

*Dr.-Ing. Christian Dötsch  
Telefon: 0208 8598-1195  
E-Mail: christian.doetsch@  
umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Ing. Sascha Berthold  
Telefon: 0208 8598-1421  
E-Mail: sascha.berthold@  
umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Ing. Daniel Wolf  
Telefon: 0208 8598-1422  
E-Mail: daniel.wolf@  
umsicht.fraunhofer.de*



Der ORC-Dampfkraftprozess nutzt statt Wasser organische Medien als Arbeitsmittel. Die organischen Arbeitsfluide werden dem Temperaturregime des Kreisprozesses und der Abwärmequelle angepasst, z. B. wurden eingesetzt: Paraffine, Aromaten, Alkohole, Silikonöle. Bisher werden ORC-Prozesse weltweit vor allem für die Stromerzeugung im Leistungsbereich zwischen 300 und 2 000 kW<sub>el</sub> für Holzheizkraftwerke und geothermische Kraftwerke angeboten. Die Kopplung mit Biogas-Blockheizkraftwerken ist ein Novum. Doch die Zahl kleiner, dezentraler Anlagen, die Biogas zur Stromerzeugung nutzen, wächst stetig und mit ihr die Nachfrage nach kleineren ORC-Anlagen, die den Leistungsbereich unterhalb 300 kW<sub>el</sub> zur Stromerzeugung aus (Ab)wärme erschließen.

## ABWÄRMEVERSTROMUNG MIT KLEINEN ORC-PROZESSEN

**Wer Strom erzeugt oder industrielle Hochtemperaturprozesse betreibt, produziert Abwärme und das nicht zu knapp. Noch allzu oft wird die Abwärme nicht verwertet, da keine wirtschaftliche Nutzung möglich ist. Betreiber von Biogasanlagen kennen das Problem nur viel zu gut. Kleine Organic Rankine Cycle (ORC)-Anlagen versprechen Abhilfe: Sie machen die Abwärme durch Verstromung ohne Einschränkungen nutzbar, erhöhen die Wirtschaftlichkeit und senken den CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Fraunhofer UMSICHT ist einer der fortgeschrittenen Entwickler kleiner ORC-Prozesse.**

Neue Energieeffizienztechnologien, die kleinere Ströme von Wärme/Abwärme auf relativ niedrigem Temperaturniveau in hochwertige Nutzenergien, insbesondere Strom, umwandeln können, sind im Energieeffizienzmarkt von großem Interesse. Zur Stromerzeugung aus Abwärme bei kleinen Leistungen ist vor allem der Organic Rankine Cycle-Prozess (ORC), ein Dampfkraftprozess mit einem organischen Arbeitsmittel, wettbewerbsfähig. Kleine ORC-Prozesse genießen zwar ebenso wie die kommerziellen Anwendungen für Biomassefeuerungen, geothermische und industrielle Wärme ein großes Marktinteresse, sind aber unterhalb von 200 kW<sub>el ORC</sub> bisher nicht im Markt etabliert.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt mit mittelständischen Partnern kleine skalierbare ORC-Anlagen für die Nutzung der Abgas- und Motorwärme von Biogasmotoren.

Seit Ende 2007 wird der in Kooperation mit der Cyplan Ltd. entwickelte ORC-Prozess für die Nutzung der Abgaswärme von zwei Biogasmotoren am Standort Wasmerslage der



agri.capital GmbH betrieben. Die Anlage hat im Dezember 2009 bereits 15 000 Vollautomatik-Betriebsstunden mit nur wenigen ungeplanten Nichtverfügbarkeiten absolviert, ist CE-zertifiziert und vom Kunden abgenommen. Auf der Basis dieses Ersterfolges hat Fraunhofer UMSICHT den Aufbau eines Typenprogramms begonnen und zur Erprobung zweier Hochtemperatur (HT)-ORC-Module und eines Niedertemperatur (NT)-ORC-Modules einen Feldversuch in Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie angestoßen.

Hier werden die Prozesse weiter entwickelt und vor allem in den Aspekten Effizienz, Zuverlässigkeit und Herstellungspreis verbessert. Dabei werden die Konstruktionen der Abgaswärme-getriebenen HT-ORC-Prozesse überarbeitet und zunächst ein Prototyp des Motorwärme-getriebenen NT-ORC-Prozesses realisiert.

An Konzepten zum Einsatz dieser kleinen ORC-Prozesse für weitere Anwendungen wie der Kraft-Wärme-Kopplung bei

kleinen Biofestbrennstoffeuerungen im Leistungsbereich von ca. 400-1000 kW<sub>th</sub> wird im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Projektes gearbeitet.

In einem Vorprojekt untersucht Fraunhofer UMSICHT, ob eine eher dezentrale und netzferne solarthermische Stromerzeugung mittels konzentrierenden Kollektoren, Wärmespeicher und HT-ORC-Prozess interessant ist.

Seit die Abgaswärme-ORC an Motoren erste Erfolge vermelden können, erreichen das Institut täglich Anfragen für weitere Applikationen, z. B. für MCFC<sup>1</sup>, Mikrogasturbinen und für die industrielle Abwärmeverstromung (z. B. in den Bereichen NE<sup>2</sup>-Metallverarbeitung, Papier, Glas und Keramik). Die Anfragen werden systematisch analysiert, um erfolgversprechende neue Einsatzgebiete zu finden.

### Abwärmequellen eines Motoren-BHKW und Hauptprozess-Varianten nachgeschalteter ORC-Prozesse

#### ORC (Organic Rankine Cycle) – Abwärmequellen eines Motors

	Vorlauftemperatur	relative Menge	ORC-Prozess-Prinzip
Abgaswärme	400-600°C	37-45%	<b>Hochtemperatur HT-ORC</b> Verdampfung bei 180-270°C
Motorwärme			
- Ölkühler	80-95°C	48-62%	<b>Niedertemperatur NT-ORC</b> Verdampfung bei 65-95°C
- Gemischkühler 1			
- Motorblockkühlung			
Gemischkühler 2	50-60°C	2-8%	

kann in eingeschränkten Bereichen wirtschaftlich Sinn machen

<sup>1</sup> MCFC = (engl.) Molten Carbonate Fuel Cell, Schmelzkarbonatbrennstoffzelle

<sup>2</sup> NE-Metall = Nichteisenmetall

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Wilhelm Althaus

Telefon: 0208 8598-1186

E-Mail: wilhelm.althaus@

umsicht.fraunhofer.de



In Deutschland gab es 2008 laut Statistischem Bundesamt insgesamt 2 083 Krankenhäuser mit rund 503 000 Betten. Für die Konkurrenzfähigkeit der Krankenhäuser spielen die Energiekosten vor dem Hintergrund des wachsenden Marktdruckes und der steigenden Energiepreise eine wichtige Rolle. Der Energiehunger in Krankenhäusern ist enorm: pro Bett werden im Durchschnitt umgerechnet ca. 2 700 l Öl und ca. 8 000 kWh Strom pro Jahr verbraucht. Das liegt deutlich über dem Energiebedarf einer Familie mit einem modernen Einfamilienhaus.

Doch wer Energie sparen will, muss wissen, welche Faktoren den Energieverbrauch beeinflussen. Für Krankenhäuser fehlte es bisher an Vergleichmaßstäben. Der Abschlussbericht »Energieeffiziente Krankenhäuser« schafft Abhilfe: <http://tiny.cc/rw9qf>

## ENERGIEKENNZAHLEN – 20 KRANKENHÄUSER IM VERGLEICH

Möglichkeiten, Energie zu sparen, gibt es viele. Doch nur wenige Sparmaßnahmen sind wirtschaftlich. Laut Pareto-Prinzip werden mit 20 % des Aufwandes 80 % des Ergebnisses erzielt. Auch im Bereich der Energieeffizienz ist dieser Zusammenhang erkennbar. Mit gezielten Maßnahmen können bei vertretbarem Aufwand Energie und Kosten reduziert werden. Darüber hinausgehende Einsparungen erfordern einen deutlich höheren Aufwand. Aus wirtschaftlicher Sicht liegt auf der Hand, dass genau die Einsparpotenziale identifiziert werden müssen, die den größten Effekt erzielen. Fraunhofer UMSICHT untersuchte in einem Forschungsprojekt die Energienutzung von 20 Krankenhäusern. Der daraus entwickelte Krankenhausvergleich zeigt aussagekräftige Kennwerte für Anlagenbetrieb und -planung.

Mit Hilfe von Energiekennzahlen können die Energienutzung von Unternehmen bewertet und lohnenswerte Einsparpotenziale identifiziert werden. Bei komplexen Versorgungs- und Verbrauchsstrukturen sind Kennzahlen auf Basis globaler, unternehmensweiter Kenngrößen jedoch nicht ausreichend. Energieverbrauchswerte müssen daher mit charakteristischen Eigenschaften verknüpft und mithilfe von Kennzahlen komprimiert dargestellt werden, um klare Aussagen über die Effizienz der Energienutzung treffen zu können. Damit können die größten Einsparpotenziale identifiziert und Ursachen für erhöhte Energiekosten analysiert werden. Weiterhin bieten Energiekennzahlen die Möglichkeit, geeignete Maßnahmen auszuwählen und konkrete Einsparziele zu definieren: durch ein gemeinsames, konkret formuliertes Ziel wird die effiziente Umsetzung von Maßnahmen gefördert und die Motivation



aller Beteiligten deutlich erhöht. Schließlich ermöglicht ein Kennzahlenvergleich auch, den Einsparerfolg von Maßnahmen nachzuweisen.

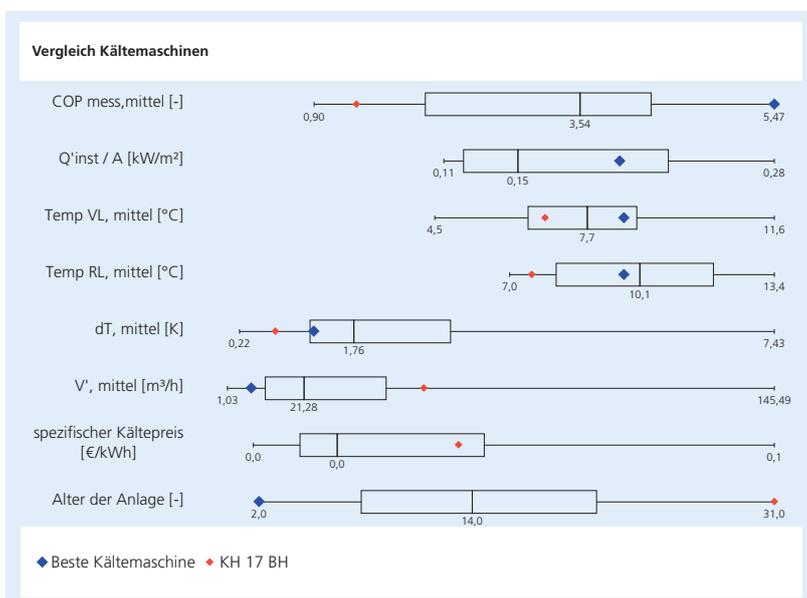
In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt wurde der Energieverbrauch in 20 Krankenhäusern untersucht. Dabei konzentrierten sich die Untersuchungen auf energierelevante Verbrauchssektoren, deren Verbrauch messbar ist und durch technische Maßnahmen beeinflusst werden kann.

Zunächst wurden umfangreiche Energiemengenmessungen durchgeführt, um detaillierte Informationen über die Betriebsweise und den Energieverbrauch zu erhalten. Die Ergebnisse der Energiemengenmessungen zeigten Möglichkeiten zur Betriebsoptimierung und waren Grundlage für die Beurteilung der Energieeffizienz der Energieversorgung. Anschließend wurden der jährliche Energieverbrauch der untersuchten Verbrauchssektoren ermittelt und die Energie-

verbrauchs-kosten berechnet. Für die untersuchten Verbrauchs-sektoren wurde ein Kennzahlenvergleich durchgeführt, mit dem der Energieverbrauch der Krankenhäuser in Abhängigkeit von charakteristischen Einflussgrößen verglichen werden kann. Jedes Krankenhaus kann so mit der Gesamtheit der Krankenhäuser sowie mit dem besten Krankenhaus der Untersuchung verglichen werden.

Weiterhin wurden für die Verbrauchssektoren Einsparmaßnahmen erarbeitet und Best-practice-Lösungen entwickelt, die besonders effektiv Einsparungen ermöglichen und in den meisten Krankenhäusern durchgeführt werden können. Die zu erwartenden Kosten und die erzielbaren Einsparungen wurden abgeschätzt. Des Weiteren erfolgte die Entwicklung von Kennzahlen und einfachen Werkzeugen zur überschlägigen Berechnung von Kosten und Einsparungen.

Aus dem Krankenhausvergleich ergeben sich anhand von statistischen Größen Kennzahlen für den Energieverbrauch und die Energiekosten der untersuchten Bereiche, die als Vergleichsgrößen genutzt werden können.



**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Carsten Beier  
 Telefon: 0208 8598-1416  
 E-Mail: carsten.beier@umsicht.fraunhofer.de



## DEUTSCH-ÄGYPTISCHES DEMONSTRATIONS- PROJEKT »SOLARE KÜHLUNG«

In Ägypten gibt es gemäß Information\*, wie in anderen arabischen Ländern, zahlreiche entwicklungshemmende Faktoren. Die Einwohnerzahl hat sich in den letzten dreißig Jahren verdoppelt (Bevölkerungswachstum 2009: 1,64 %). Die Bevölkerungsdichte ist mit über 2 000 Einw./km<sup>2</sup> auf Kulturland eine der weltweit höchsten. Natürliche Ressourcen wie Wasser und Agrarflächen werden immer knapper, gleichzeitig steigt der Energiebedarf des Landes stetig an. Armut ist weit verbreitet, Stadtviertel wachsen beständig und ländliche Gebiete sind von Entwicklungsfortschritten abgeschnitten. Belastend wirken sich der Mangel an Bildungsangeboten und die wachsende Jugend-arbeitslosigkeit aus. Die Analphabetenrate lag 2009 bei 28,6 %.

\*Quelle: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

83 Millionen Menschen leben in Ägypten. Circa 90 % der Bevölkerung konzentrieren sich auf das Nildelta, das nur etwa fünf Prozent der Landesfläche ausmacht. 44 % der Bevölkerung leben in städtischem Gebiet und in etwa 4 000 Dörfern. In den letzten Jahren verstärkte sich die Migration in den städtischen Raum. Neue Siedlungsprojekte erfordern neue, energieeffiziente und nachhaltige Technologien der Klimatisierung und Kälteerzeugung. Im Rahmen des Deutsch-Ägyptischen Forschungsfonds führt Fraunhofer UMSICHT mit einer ägyptischen Universität ein Demonstrationsvorhaben zur solaren Kälteerzeugung durch. Zur Deckung des weiter wachsenden Bedarfs an Klima-Kälte sollen anstelle konventioneller Klimageräte bevorzugt thermisch angetriebene Sorptions-Kältemaschinen eingesetzt werden, die mit der in Nordafrika im Überfluss vorhandenen solarthermischen Energie versorgt werden können.

Aufgrund des hohen Bevölkerungswachstums, der hohen Bevölkerungsdichte in den ägyptischen Großstädten und der zunehmenden infrastrukturellen Probleme werden neue Siedlungsprojekte in anderen Landesteilen gegründet, wofür neue, energieeffiziente und nachhaltige Technologien der Klimatisierung und Kälteerzeugung eingesetzt werden müssen. Als Alternative zu den »stromfressenden« konventionellen Klimageräten bieten sich hier thermisch angetriebene Sorptions-Kältemaschinen an, die mit der im Überfluss vorhandenen solarthermischen Energie versorgt werden. Vor allem in Deutschland befinden sich erste Produkte für die Gebäudeklimatisierung im kleinen Leistungsbereich in

Entwicklung bzw. in der Markteinführung.

In einem vom BMBF unterstützten Projekt im Rahmen des Deutsch-Ägyptischen Forschungsfonds wird ein Demonstrationsvorhaben zur solaren Kälteerzeugung gemeinsam mit einer ägyptischen Universität durchgeführt. Ziel ist der Test eines kompletten Systems unter den realen baulichen und klimatischen Bedingungen Ägyptens. Aufgaben von Fraunhofer UMSICHT sind die Konzeption einer funktionsfähigen, an die lokalen Bedingungen angepassten Demonstrationsanlage mit 5-10 kW Kälteleistung sowie Mitwirkung bei Aufbau, Betrieb und Optimierung der Anlage. In einem zweijährigen Programm wird die Anlage experimentell und analytisch untersucht. Die Ergebnisse des Testbetriebs und der begleitenden Optimierung der Anlage werden in Workshops, Veröffentlichungen und auf Konferenzen vorgestellt.

Der neuartige Klein-Absorber mit 5-10 kW und der Rückkühler als zentrale Komponenten des Systems sowie das Datenerfassungssystem stammen aus Deutschland, während alle anderen Anlagenteile wie Solarkollektoren, Pufferspeicher, Wärmetauscher, Pumpen und sonstige Hilfssysteme auf dem ägyptischen Markt beschafft werden.

Die Solarkälte-Anlage wird auf dem Gelände der Universität von Asyut im Laborbereich der Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät an die vorhandene Klimatechnik-Infrastruktur angeschlossen und versorgt mehrere Testräume mit Kälte. Im Systemvergleich mit der konventionellen Kälteerzeugung werden die Funktion und Zuverlässigkeit des Systems, die Betriebskosten, die Einsparung elektrischer Energie und

weitere relevante Umweltaspekte bewertet. Nach einer Systemoptimierung wird ein Leitfaden für praktikable und kostengünstige Solar-Kälteanlagen für den Wohngebäude-sektor erstellt.

Von diesem Kooperationsvorhaben wird ein bedeutender Beitrag zum Umweltschutz durch Verringerung des Primärenergieverbrauches und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes insbesondere durch Verbreitung effizienter und CKW<sup>1</sup>-freier Kältetechnologien erwartet.

<sup>1</sup> CKW = Chlorkohlenwasserstoffe

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Peter Schwerdt

Telefon: 0208 8598-1173

E-Mail: peter.schwerdt@

umsicht.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Clemens Pollerberg

Telefon: 0208 8598-1418

E-Mail: clemens.pollerberg@

umsicht.fraunhofer.de

# RESSOURCENMANAGEMENT



Dr.-Ing. Hartmut Pflaum,  
Geschäftsfeldleiter  
Ressourcenmanagement

*Hartmut Pflaum*

Wir untersuchen den Einsatz von Stoffen, Energie, Gütern und Wissen innerhalb von Prozessen, Prozessketten und Wertschöpfungsnetzen und optimieren nach ökonomischen, ökologischen sowie technisch-infrastrukturellen Kriterien. Produktionssysteme, Standorte, Regionen und ihre Einbettung in größere Netze sind Objekte für unsere FuE-Dienstleistungen. Ressourcen so zu nutzen, dass sie gewinnbringend zu Fortschritt und Innovationen führen, ist unser Ziel.

---

PRODUKT CARBON FOOTPRINT FÜR KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN

---

NACHHALTIGE STANDORTPLANUNG MITTELS BIOMASSE-ENERGIEKATASTER

---

BIOCOUPLE – KOPPLUNG STOFFLICHER UND ENERGETISCHER NUTZUNG VON BIOMASSE

---

CO<sub>2</sub> SPAREN MIT DER GELBEN TONNE

# Carbon Footprint



Das englische Unternehmen PricewaterhouseCoopers befragte 700 Konzerne in 15 Ländern zu den Themen Klimawandel und Umweltschutzaufgaben für Betriebe. Das Ergebnis ist signifikant. Führungskräfte sind gerne bereit, Umweltmaßnahmen zugunsten des Klimaschutzes zu unterstützen, nur lohne dies nicht ohne einheitliche Rahmenbedingungen und verlässliche Regeln. Ein Lichtblick ist mit der Internationalen Norm ISO 14067 des Carbon Footprints (CFP) in Sicht.

PwC-Studie: <http://tiny.cc/fbfwy>

Der Carbon Footprint eines Produkts (PCF), im Sinne der DIN EN ISO 14040 und 14044, umfasst die Dokumentation der Treibhausgase, die während des gesamten Lebenswegs eines Produkts (Produktion, Nutzung, Entsorgung, Transporte) emittiert werden.

## PRODUKT CARBON FOOTPRINT FÜR KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN

Über den gesamten Lebensweg eines Produkts entstehen Treibhausgasemissionen. Ihre Summe wird im Carbon Footprint von Produkten (CFP) zusammengefasst. Immer mehr kleine und mittlere Unternehmen (KMU) wollen diese CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke für ihre Waren und Dienstleistungen ermitteln, um Kunden Produktvergleiche zu ermöglichen und klimabewusste Kaufentscheidungen zu fördern. Eine wissenschaftlich fundierte, transparente und international harmonisierte Berechnungsgrundlage für den CFP ist in Arbeit. Fraunhofer UMSICHT entwickelt Leitfäden und Mindeststandards, wie die Umsetzung der zu erwartenden einheitlichen PCFs in KMU effizient vollzogen werden kann.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen vor spezifischen Herausforderungen bei der Erstellung von Carbon Footprints. Daher hat das Deutsche Institut für Normung (DIN) in Berlin die DQS GmbH (Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen, Frankfurt) und Fraunhofer UMSICHT beauftragt, diese Herausforderungen zu erfassen und Lösungen zu entwickeln. Die Ausführung erfolgte im Rahmen des INS-Projektes (Innovationen mit Normen und Standards) des DIN. Die Arbeit liefert Input zur Vorbereitung der Internationalen Norm ISO 14067 »Carbon Footprints of Products«. Für dieses Projekt wurden Produkte der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie ausgewählt, um ihre Product Carbon Footprints (PCF) zu berechnen.

Die Hauptaufgabe bestand darin, Leitfäden und Mindeststandards zu entwickeln, wie die Umsetzung der zu erwar-

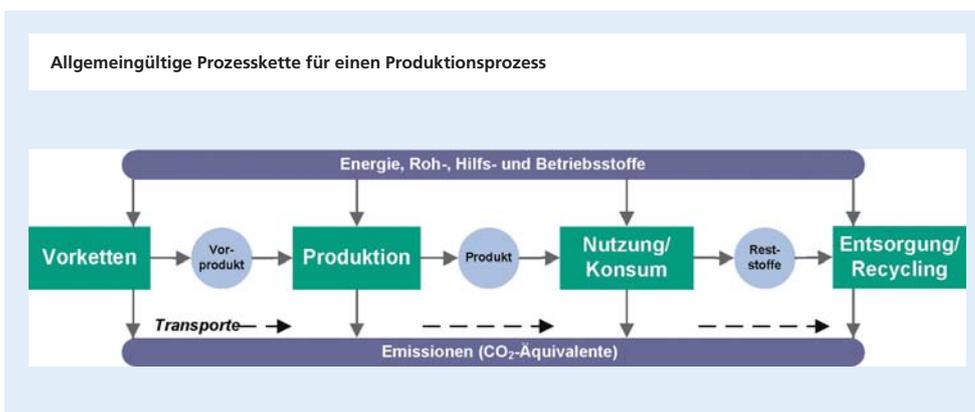
tenden einheitlichen PCFs in KMU möglichst effizient vollzogen werden kann. Die Herausforderung liegt darin, die Komplexität, die der Erstellung von PCFs zugrunde liegt, mit der Handhabbarkeit einer Verifizierung in Einklang zu bringen. Besonderes Augenmerk lag daher auf der anwendergerechten Aufbereitung von Norminhalten. Eine Checkliste und Fragebögen wurden für die Begutachtung erstellt, um PCFs zu verifizieren.

Für Unternehmen, die eine Zertifizierung von PCFs für ihre Produkte anstreben, gelten ähnliche Voraussetzungen wie bei der Einführung eines Umweltmanagementsystems. Beispielsweise muss es im Unternehmen einen zentralen Verantwortlichen für die Erstellung des PCF geben, der über Kenntnisse hinsichtlich der Prozesse im Unternehmen als auch der relevanten Vorketten und Nutzungsphasen verfügt. Anhand der gewonnenen Erfahrungen wird der vom Unternehmen zu erbringende zeitliche Aufwand als leistbar eingeschätzt, jedoch steigt mit Zunahme der Komplexität des Produkts auch der Zeitaufwand, so dass die Durchführungsdauer stark einzelfallabhängig ist.

Die Ergebnisse aus den betrachteten Unternehmen belegen, dass ein bestehendes Qualitäts- oder Umweltmanagement-

system für die notwendige Nachvollziehbarkeit und Transparenz des Produktionsprozesses sorgt. Zu den weiteren Anforderungen an das Unternehmen gehören eine Dokumentation der wesentlichen Produktionsschritte des zu bilanzierenden Produkts und die eindeutige Zuordnung der relevanten Emissionen. Die Daten müssen so aufbereitet sein, dass ein Auditor in der Lage ist, die Bilanzierung nachzuvollziehen.

Für Unternehmen bietet die Erstellung eines PCFs Vorteile in den Bereichen Marketing, Kundeninformation, Prozessoptimierung und Kosteneinsparung. KMU können diese derzeit kaum nutzen, da die Erstellungskosten ihre Möglichkeiten übersteigen. Wird dieses Hemmnis nicht überwunden, drohen einigen kleineren Unternehmen Wettbewerbsnachteile gegenüber größeren Unternehmen, mit denen sie konkurrieren. Die rasche Entwicklung einheitlicher Normen und die Erstellung von Checklisten im Verbund mit der Einführung von Auditierungen – vergleichbar mit der Einführung von Umweltmanagementsystemen nach ISO 14001 oder Qualitätsmanagementsystemen nach ISO 9001 – ist daher ein wichtiger Schritt zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von KMUs.



**Ansprechpartner:**  
 Boris Dresen, Geograph M. A.  
 Telefon: 0208 8598-1190  
 E-Mail: boris.dresen@umsicht.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Markus Hiebel  
 Telefon: 0208 8598-1181  
 E-Mail: markus.hiebel@umsicht.fraunhofer.de



## NACHHALTIGE STAND- ORTPLANUNG MITTELS BIOMASSE-ENERGIE- KATASTER

Das Projekt BEn – Biomass Energy Register for Sustainable Site Development for European Regions wird über drei Jahre von der Europäischen Union durch das Programm Intelligente Energie – Europa II (IEE) gefördert.

Am Projekt beteiligte Partner sind, neben dem Koordinator Fraunhofer UMSICHT, das Europäische Zentrum für Erneuerbare Energien (Österreich), Rural Development Initiatives (UK), die WIN Emscher-Lippe Gesellschaft zur Strukturverbesserung mbH (Deutschland), Biomass Research Centre (Italien), das Institute for Ecology of Industrial Areas (IETU, Polen) und die Gostynin Lake District Tourist Communes Association (Polen).

Die Nutzung von Biomasse als erneuerbare Energiequelle, die lokal anfällt und lagerbar ist, bietet Regionen die Chance, zukunftssichere Energieplanung zu initiieren und als Vorbild für nachhaltige Energieregionen zu agieren.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt mit europäischen Partnern ein nutzerfreundliches Planungstool, das Geoinformationssystem-Applikationen im Internet zur Verfügung stellt. Ziel ist es, die realen Gegebenheiten in einer Region mittels Geodaten abzubilden, in eine Internetkarte zu überführen, erste Abschätzungen zu tätigen und mithilfe entsprechender Leitfäden und unter Einbeziehung regionaler Netzwerke die Entscheidungsfindung bezüglich der energetischen Nutzung von Biomasse zu unterstützen. Das Projekt wird von der europäischen Kommission unter dem Programm IEE »Intelligente Energie – Europa« kofinanziert.

Nachhaltiges Denken und Handeln werden in Zeiten knapper werdender Ressourcen zunehmend bedeutsam für die Gesellschaft. Regional anfallende Biomasse zum Beispiel sollte möglichst effizient, d. h. mit gekoppelter Wärme- und Stromgewinnung genutzt werden. Grundlage jeder langfristigen Planung ist ein angepasstes Planungstool mit Hilfe dessen die Realität abgebildet, mögliche Planungsschritte simuliert und Entscheidungen getroffen werden können. Hier setzt das Projekt »BEn« an, indem es ein benutzerfreundliches Planungstool für die regionale Energieplanung entwickelt und den Kommunen zur Verfügung stellt.

Intelligent Energy  Europe



Kernstück des Projekts ist das Biomasse-Energiekataster, das regionale Energiesenken und regionale Biomasse-Energiepotenziale für die Region miteinander verknüpft. Die lokal vorliegenden Daten werden erhoben, standardisiert und in ein internetbasiertes Geoinformationssystem überführt. Basierend auf diesem Register entwickeln die Kommunen gemeinsam mit weiteren Akteuren, die in lokalen Netzwerken zusammengeführt werden, einen regionalen Masterplan für die nachhaltige Bioenergienutzung. Inhalt dieses Plans ist neben strategischen Vorgehensweisen und Nachhaltigkeitsindikatoren auch eine mit den lokalen Akteuren abgestimmte Liste von potenziell kurz und langfristig realisierbaren Maßnahmen. Deren Umsetzung unterstützen langfristig Leitfäden zu Management, Technik und Finanzierungsinstrumenten.

Mithilfe des Biomasse-Energiekatasters lassen sich der Ist-Zustand der Region bezüglich der energetischen Nutzung von Biomasse (Anlagen, Projekte) sowie wesentliche Akteure im Bioenergiesektor darstellen. Ferner ist es möglich, das technische Potenzial im Bereich Biomasse in der Region abzubilden. Hinzu kommt der akteursbezogene Ansatz, der die regionalen Akteure mit ihren Planungen aktiv in das Register einbezieht. Das Biomasse-Energiekataster

unterstützt somit als strategisches Instrument die Standortentscheidung sowohl für die öffentliche Hand, Biomasseproduzenten, Planer und Berater als auch für private, gewerbliche oder industrielle Energieverbraucher.

Neben der planerischen Dimension bietet das Biomasse-Energiekataster somit einen ersten Anlaufpunkt für regionale, aber auch externe Investoren und Projektentwickler, da es außer den räumlichen Daten auch Ansprechpartner und Interessensvertreter aus verschiedenen Bereichen enthält. Durch die offene Gesamtarchitektur und den Einsatz von Open Source-Technologien kann das Energiekataster in weitere europäische Regionen transferiert werden. Dabei können auch die Inhalte weiter ausgebaut werden wie z. B. durch Integration zusätzlicher erneuerbarer Energiequellen.

Das Projekt wird in vier Modellregionen durchgeführt: der Region Nord-Ost-England (UK), der Emscher-Lippe-Region (Deutschland), der Region Umbrien (Italien) und der Gostyniner Seenplatte (Polen).

*Bild links: Strohfeuerung in der Modellregion Polens in der Ortschaft Trebki*

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Geogr. Simone Krause  
Telefon: 0208 8598-1136  
E-Mail: [simone.krause@umsicht.fraunhofer.de](mailto:simone.krause@umsicht.fraunhofer.de)

Dr.-Ing. Markus Hiebel  
Telefon: 0208 8598-1181  
E-Mail: [markus.hiebel@umsicht.fraunhofer.de](mailto:markus.hiebel@umsicht.fraunhofer.de)





## BIOCOUPLE – KOPPLUNG STOFFLICHER UND ENERGETISCHER NUTZUNG VON BIOMASSE

Im Projekt BioCouple werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

**Stoffstromanalyse:** Erhebung von Daten zu ökologischen und ökonomischen Effekten der Produkte einer Bio-Raffinerie (Öko-Institut)

**Analyse der Konversionstechniken:** technisch-wirtschaftliche Untersuchung von bestehenden und zukünftigen Bioraffinerie-Konzepten (Fraunhofer UMSICHT)

**Energiesystemanalyse:** Abschätzung der klima- und energiepolitischen Auswirkungen sowie der Möglichkeiten zur Systemintegration (Wuppertal Institut)

**Entwicklung einer Teilstrategie:** Ableitung von Erfolgsfaktoren und Integration von Konzepten zur gekoppelten Nutzung in eine übergeordnete Biomassestrategie.

Zahlreiche Studien befassen sich mit der Frage, in welchen Bereichen sich Biomasse bevorzugt einsetzen lässt. Dennoch sind noch immer nicht alle Einsatzmöglichkeiten von Biomasse komplett untersucht, wie beispielsweise die Verbindung von non-food-Bereichen, also die stoffliche und energetische Nutzung, oder die Anbindung von Konzepten zur gekoppelten Nutzung an bereits bestehende Systeme der Rohstoffbereitstellung. Fraunhofer UMSICHT, das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH und das Öko-Institut e.V. beschäftigen sich aktuell mit der Frage, inwiefern elektrische Energie sowie Stoffe und Materialien gekoppelt und effizient bereitgestellt werden können und wie sie sich optimal in vorhandene Energiesysteme integrieren lassen.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung fossiler Ressourcen hat insbesondere die energetische Nutzung von Biomasse verstärkt an Aufmerksamkeit gewonnen, während die stoffliche Nutzung bislang wenig diskutiert wird. Es ist zu erwarten, dass auch dieser Bereich an Bedeutung gewinnt – nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen Chemikalienbereitstellung z. B. aus Koppelprodukten der Bioenergieerzeugung. Gleichzeitig nehmen kritische Stimmen zu, die auf die Konkurrenz des Nahrungs- und Futtermittelsektors zur energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse hinweisen und dabei die begrenzt verfügbare Fläche sowie Folgen für Arten- und Naturschutz thematisieren.

Gefördert durch:





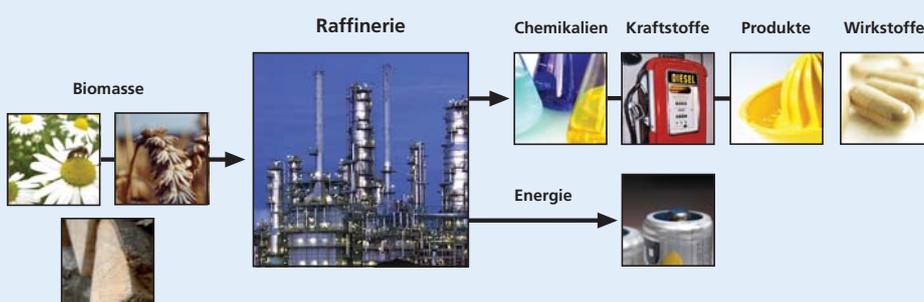
Mit dem weiteren Ausbau der Bioenergie sind komplexe Fragen verbunden. Eine Entscheidung über präferierte Nutzungspfade ist von verschiedenen Faktoren abhängig zu machen. Die ausgewählten heutigen und zukünftigen Konversionstechniken sollten die größtmögliche Effizienz aufweisen, die entsprechenden Stoffströme beherrschbar und steuerbar sein. Schließlich muss das resultierende Bio-Energiesystem einen insgesamt höheren Nutzen als das Vergleichssystem besitzen. Grundsätzlich wird es dabei nicht ausreichen, einzelne Nutzungsrouten in sich zu optimieren. Mit Blick auf die vielfältigen Nebenprodukte und Nachnutzungen ist eine integrierte Bewertung von energetischen und stofflichen Nutzungen erforderlich, wie es im Konzept der Bioraffinerie explizit angelegt ist.

Unter dem Titel BioCouple – »Kopplung der stofflich/energetischen Nutzung von Biomasse – Analyse und Bewertung der Konzepte und der Einbindung in bestehende Bereitstellungs- und Nutzungsszenarien« – soll im Rahmen des Verbundprojekts eine Teilstrategie für die Einbindung von Bioraffinerien in eine übergeordnete Biomasse-Strategie erarbeitet werden, die von den relevanten Akteuren angenommen und mitgetragen wird.

Ziel des Projekts ist es zu prüfen, inwieweit sich das Konzept eignet, Bioenergieträger, Energie und Stoffe/Materialien gekoppelt und effizient bereitzustellen und wie es sich in vorhandene Energiesysteme optimal integrieren lässt.

In einem ersten Projektworkshop mit Vertretern aus der Großindustrie und Bioraffineriebetreibern, Wissenschaft und dem Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wurde folgende Arbeitshypothese formuliert: Bioraffinerien sollen in Zukunft neben einer höheren Wettbewerbsfähigkeit auch positive Treibhausgas-effekte gegenüber einer rein energetischen Biomassenutzung aufweisen können. Die Methode soll dabei ergebnisoffen gehalten werden und Randbedingungen für eine mögliche erfolgreiche Bestätigung oder Widerlegung sollen ebenfalls analysiert werden. Innerhalb des Treffens entschied man sich außerdem dafür, einen externen Beraterkreis einzusetzen.

### Das Prinzip der Bioraffinerie



#### **Ansprechpartner:**

*Dr.-Ing. Hartmut Pflaum  
Telefon: 0208 8598-1171  
E-Mail: hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Biol. Volker Knappertsbusch  
Telefon: 0208 8598-1232  
E-Mail: volker.knappertsbusch@umsicht.fraunhofer.de*

*Dipl.-Lök. Daniel Maga  
Telefon: 0208 8598-1191  
E-Mail: daniel.maga@umsicht.fraunhofer.de*



Laut Verpackungsverordnung sind die Unternehmen aus Industrie, Handel und Handwerk verpflichtet, ihre in Verkehr gebrachten Verpackungen regelmäßig abzuholen, zu recyceln und umweltverträglich zu verwerten. Der Gesetzgeber hat die Entsorgung von Verpackungen geregelt, um die Auswirkungen von Verpackungsabfall auf die Umwelt zu verringern. Verkaufsverpackungen, die beim privaten Endverbraucher anfallen, werden über privatwirtschaftlich organisierte, duale Systeme entsorgt. Derzeit sind bundesweit neun privatwirtschaftliche Anbieter dieser Dienstleistung zugelassen. Im Gegensatz zur gebührenfinanzierten kommunalen Entsorgung finanzieren die Erstinverkehrbringer von Verkaufsverpackungen diese dualen Systeme. Damit wird dem Gedanken der Produktverantwortung Rechnung getragen.

## CO<sub>2</sub> SPAREN MIT DER GELBEN TONNE

Verpackt wird viel und aus den unterschiedlichsten Gründen. Verpackungen aus Glas, Papier, Pappe und Karton kommen in öffentliche Container, Leichtverpackungen (Kunststoffe, Metalle, Tetra-Pak, Verbundmaterialien, Styropor) in die Gelbe Tonne oder den Gelben Sack. Diese Sammlung schont Ressourcen und führt Wertstoffe dem Produktionsprozess wieder zu. Gemäß novellierter Verpackungsverordnung sind Verkaufsverpackungen, die beim privaten Endverbraucher verbleiben, in einem dualen System anzumelden. Fraunhofer UMSICHT führte für das Duale System Interseroh eine Studie zu Kohlendioxidbilanzen beim Recycling von Verpackungen aus der gelben Tonne durch.

Verglichen wurden dabei die Herstellung von Produkten aus Primärmaterialien (z. B. Kunststoffe aus Rohöl) und die Herstellung von Produkten aus Sekundärmaterialien (z. B. Kunststoff aus Regranulat) – hier jeweils bezogen auf 1 Tonne angemeldetes Material.

Betrachtet wurden in der Studie die einzelnen Stoffströme Glas, Papier und Leichtverpackungen (LVP; Bestandteile der LVP-Fraktion: Weißblech, Aluminium, Kunststoff oder Verbundmaterialien) aus der haushaltsnahen Wertstoffsammlung (»Gelbe Tonne«). Die Berechnungen erfolgten mit Interseroh-spezifischen Betriebsdaten.

Die Einsparungen pro Tonne Altglas erreichen im Jahr 2007 ca. 170 kg CO<sub>2</sub>. Die Haupteinflussparameter liegen in der Glasfarbe (Weißglas bedingt höhere Einsparungen als Grün- glas), dem Scherbenanteil im Produkt, der Energieeffizienz und der Energieversorgung (CO<sub>2</sub>-Intensität der Energieträger in der Glasproduktion).

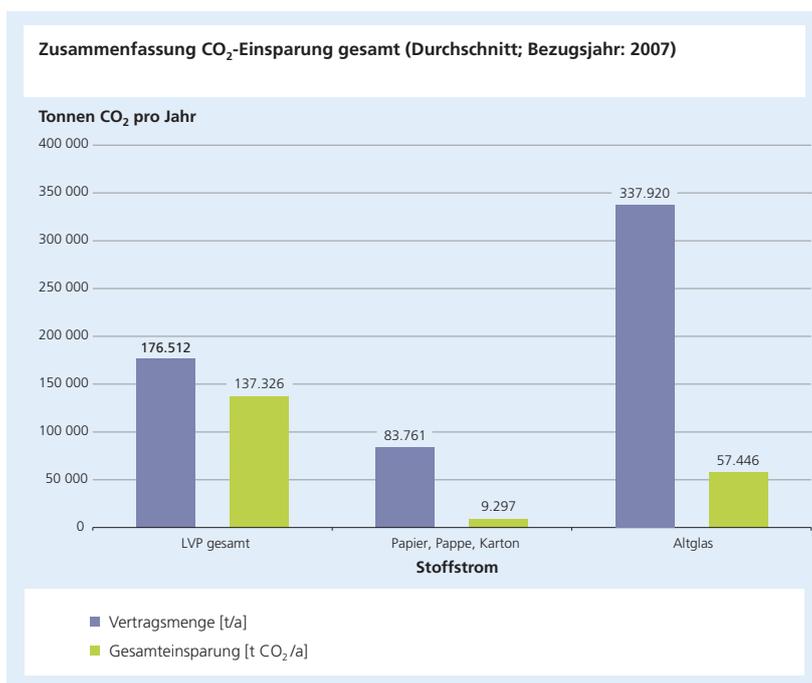
Es zeigte sich, dass die Einsparungen pro Tonne Altpapier im Jahr 2007 bei ca. 111 kg CO<sub>2</sub> lagen. Dieser Wert hängt sehr stark von der Gutschrift ab, die dadurch entsteht, dass Zellstoff bzw. Papier nicht mehr aus Primärmaterial (Bäumen) hergestellt werden muss. Diese Werte variieren je nach Energieversorgung der Papierindustrie (regenerativ, fossil) und verwendeten Papierproduktionsverfahren sehr stark. Weitere Einflussfaktoren sind in den Sammel- und Transportprozessen zu finden.

Der komplexeste Stoffstrom sind die Leichtverpackungen. Zur Berechnung müssen u. a. die logistischen Prozesse zur Sammlung und die Prozesse in Sortieranlagen bilanziert werden. Wichtig ist die Zuordnung der Umweltbe- und -entlastungen zu den in der Sortieranlage produzierten Fraktionen/Produkten. Hier wurde ein Verteilungsschlüssel benutzt, der Störstoffe und das Ersatzbrennstoff-(EBS)-Vorprodukt mit berücksichtigt. Die Umweltbe- und -ent-

lastungen dieser beiden Stoffströme werden in einem zweiten Schritt den Leichtverpackungsprodukten zugeordnet. Im Resultat wurde damit eine Einsparung von durchschnittlich ca. 778 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne angemeldetem Material festgestellt.

Das Ergebnis des Vergleichs: Mit den derzeitigen Anteilen der beim Dualen System Interseroh angemeldeten Glas-, Papier- und LVP-Mengen, sparte Interseroh ca. 341 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne Verpackungsmaterial ein.

In Summe spart das Duale System Interseroh durch das Verpackungsrecycling jährlich rund 204 000 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen. Das entspricht ungefähr den CO<sub>2</sub>-Emissionen einer Stadt der Größe von Hockenheim mit rund 21 000 Einwohnern. Zur Bindung der gleichen Kohlendioxid-Menge wäre eine Waldfläche von 204 km<sup>2</sup> nötig – also etwa die Fläche der Stadt Hannover.



**Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Markus Hiebel  
 Telefon: 0208 8598-1181  
 E-Mail: markus.hiebel@umsicht.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Hartmut Pflaum  
 Telefon: 0208 8598-1171  
 E-Mail: hartmut.pflaum@umsicht.fraunhofer.de

Boris Dresen, Geograph M. A.  
 Telefon: 0208 8598-1190  
 E-Mail: boris.dresen@umsicht.fraunhofer.de

# NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

# 2009

JAN 01

FEB 02

MAR 03

APR 04

MAY 05

JUN 06

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

S	M	T	W	T	F	S	
	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	

S	M	T	W	T	F	S	
	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	
29	30	31					

S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

S	M	T	W	T	F	S
31			1	2		
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

S	M	T	W	T	F	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

JUL 07

AUG 08

SEP 09

OCT 10

NOV 11

DEC 12

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

S	M	T	W	T	F	S
30	31			1		
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

---

VERÖFFENTLICHUNGEN

-----

KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

-----

INTERDISZIPLINÄRES FERNSTUDIUM UMWELTWISSEN-  
SCHAFTEN (INFERNUM)

-----

LEHRVERANSTALTUNGEN

-----

MITGLIEDSCHAFTEN

-----

UNTERNEHMENSAUSGRÜNDUNGEN

-----

BETEILIGUNG AN MESSEN UND VERANSTALTUNGEN

-----

SCHUTZRECHTE

-----

ANFAHRT

-----

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

-----

KURATORIUM

# VERÖFFENTLICHUNGEN

*Die folgende Liste ist als Auszug der 2009 veröffentlichten Fraunhofer UMSICHT-Publikationen zu verstehen. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.*

Bauer, G.; Nellesen, A.; Sengespeick, A.; Speck, T.:

**Fast self-repair mechanisms in plants: biological latices as role models for the development of biomimetic self-healing, mechanically loaded polymers**

(Plant Biomechanics Conference (PBM) <6, 2009, French Guyana>)

In: Thibaut, B. (Ed.):

Proceedings of the 6<sup>th</sup> Plant Biomechanics Conference : November 16<sup>th</sup> - 21<sup>st</sup>, 2009, Cayenne, French Guyana, Franch

Kourou: Unité Mixte de Recherche Ecologie des Forêts de Guyane -UMR ECOFOG-, 2009, S. 367-373

Bechthold, I.; Springer, A.; Bretz, K.; Kabasci, S.: **Katalytische Synthese von PA 44**

(ProcessNet Jahrestagung <3, 2009, Mannheim>)  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 8, S. 1225-1226

Bechthold, I.; Bretz, K.; Springer, A.; Kabasci, S.: **Succinic acid esters as intermediates for the synthesis of polyamide 44**

(Biorefinica <4, 2009, Osnabrück>)

In: Biorefinica 2009: International Symposium Biobased Products and Biorefineries; January 27 and 28, 2009, Osnabrück  
Potsdam: biorefinery.de GmbH, 2009, 1 S.

Bringezu, S.; Schütz, H.; Arnold, K.; Merten, F.; Kabasci, S.; Borellbach, P.; Michels, C.; Reinhardt, G. A.; Rettenmaier, N.:

**Global implications of biomass and biofuel use in Germany : recent trends and future scenarios for domestic and foreign agricultural land use and resulting GHG emissions**  
In: Journal of cleaner production 17 (2009), Supplement 1, S. S57-S68

Deerberg, G.; Lyko, H.:

**Boost biorefineries: future concepts for efficient energy production**

In: CHEManager Europe (2009), 3 (exclusive online article), 3 S.

Domel, C.; Knappertsbusch, V.:

**Alternativen gesucht – Energie: Erneuerbare**

**Energien sollen Importabhängigkeit mindern/Wasserkraft und Biomasse mit Potenzial**

In: Ost-West-Contact (2009), 1, 3 S.

Dötsch, C.:

**Speicherperspektiven für erneuerbaren Strom**

In: UmweltMagazin 39 (2009), 4-5, S. 35-37

Dötsch, C.:

**Energy storage**

In: Bullinger, H.-J. (Ed.):

Technology guide: principles, applications, trends  
Berlin u. a.: Springer, 2009, S. 362-367

Dötsch, C.; Kanngießer, A.; Wolf, D.:

**Speicherung elektrischer Energie: Technologien zur Netzintegration erneuerbarer Energien**

In: Umweltwirtschaftsforum 17 (2009), 4, S. 351-360

Dötsch, C.; Huang, L.; Pollerberg, C.:

**Latent heat storage media for cooling applications**

(International Renewable Energy Storage Conference (IRES) <4, 2009, Berlin>)

In: 4<sup>th</sup> International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2009): 24 - 25 November, 2009, Representation of the Federal State of North Rhine-Westphalia, Berlin/Germany  
Bonn: EUROSOLAR, Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V., 2009, 34 S.

Dötsch, C.:

**Möglichkeiten der Energiespeicherung**

(Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte <125, 2008, Tübingen>)

In: Nüsslein-Volhard, C. (Hrsg.) et al.:

Wachstum: Eskalation, Steuerung und Grenzen: 19. - 22. September 2008 in Tübingen  
Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2009, S. 305-315

(Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte ; 125. Versammlung)

Dötsch, C.; Bargel, S.:

**Theoretische Betrachtungen zur idealen Temperatur in Fernwärmenetzen auf Grundlage einer exergetischen Bewertung**  
(LowEx-Symposium <2009, Kassel>)

In: LowEx-Symposium: zum deutschen Projektverbund des BMWi; 28.10. - 29.10.2009  
Kassel: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie -BMWl-, 2009, S. 134-141

Dresen, B.; Herzog, M.:

**Carbon Footprint von Produkten (CFP): Bilanzierung in kleinen und mittleren Unternehmen**

(Ökobilanz-Werkstatt <5, 2009, Freising>)

In: Feifel, S. (Hrsg.) et al.:

Ökobilanzierung 2009: Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit; Tagungsband Ökobilanz-Werkstatt 2009; Campus Weihenstephan, Freising, 5.-7. Oktober 2009  
Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2009, S. 91-96

Dudlik, A.; Prasser, H.-M.:

**Water hammer and condensation hammer scenarios in power plants using new measurement system**

In: Forschung im Ingenieurwesen 73 (2009), 2, S. 67-76

Dudlik, A.; Hahn, M.:

**Druckstöße und Kavitationsschläge in Rohrleitungssystemen**

(ProcessNet Jahrestagung <3, 2009, Mannheim>)  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 8, S. 1190-1191

Dudlik, A.; Hahn, M.; Kipp, G.:

**Kavitation und Druckstöße im Griff**

P&A-Kompodium 2009/2010: Prozesstechnik & Automation; die wichtigsten Technologie-Trends, die wichtigsten Anbieter  
München: publish-industry Verlag GmbH, 2009, S. 188-190

Dudlik, A.; Kipp, G.:

**Zapobieganie uszkodzeniom powstajacym na skutek uderzen hydraulicznych i kawitacji dzieki zastosowaniu nowej jednostki napedowej**

In: Armatura i Rurociagi (2009), 1, S. 14-16

Dudlik, A.; Koutnik, J.:

**Water hammer 2 phase analysis hydraulic system with a Kaplan turbine**

(International Meeting of the WorkGroup on Cavitation and Dynamic Problems in Hydraulic Machinery and Systems (IAHRWG) <3, 2009, Brünn>)

In: Rudolf, P. (Ed.):

Proceedings of the 3<sup>rd</sup> IAHR International Meeting of the WorkGroup on Cavitation and Dynamic Problems in Hydraulic Machinery and Systems: Brno, Czech Republic, October 14 - 16, 2009  
Brünn: Brno University of Technology -BUT-, 2009, S. 613-624

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Dudlik, A.:

**Druckstöße, Dampfschläge und Pulsationen in Rohrleitungen: Druckstoß-Seminar; 25. - 26. Juni 2009 in Kochel am See in Kooperation mit dem Haus der Technik, Essen**  
(Seminar »Druckstöße, Dampfschläge und Pulsationen in Rohrleitungen« <2009, Kochel am See>), 2009

Egenolf, B.; Erich, E.; Grüning, F.; Mrotzek, A.; Deerberg, G.:

**Kombinierte Verwertung von Altbeizsäuren und Composite-Verpackungen zur Gewinnung von Kupferzementat**  
(ProcessNet Jahrestagung <3, 2009, Mannheim>)  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 8, S. 1129

Eloo, C.; Nellesen, A.; Sengespeick, A.; Koplín, C.; Butz, A.:

**Geruchsinduzierte Detektion versagenskritischer Risse in polymeren Bauteilen**  
(GDCh-Wissenschaftsforum Chemie <2009, Frankfurt/Main>)  
In: Mit Chemie sicher leben: Kurzreferate; Wissenschaftsforum Chemie 2009, 30. August bis 2. September 2009, Frankfurt am Main  
Frankfurt/Main: Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. -GDCh-, 2009, S. 558

Epe, A.; Lucht, M.; Weber, C.; Woll, O.:

**Einsatz stochastischer Optimierungsmodelle zur Dimensionierung und zur Planung der Fahrweise lokaler Biogas-Speicher**  
In: Schultz, R. (Hrsg.) et al.:

Innovative Modellierung und Optimierung von Energiesystemen  
Berlin u. a.: LIT Verlag, 2009, S. 179-201  
(Umwelt- und Ressourcenökonomik; Bd. 26)

Erhardt, B.; Fischer, K.; Kasbohm, J.; Keuter, V.; Ngán, L. D.; Oanh, L. T. K.; Lài, L. T.; Hồng, Nguyễn T.; Schlüter, S.; Steingrube, W.:

**Wastewater treatment for Nam Định city: the »NDcitylineiaks«-concept**  
Discussion II (September 2009)  
(Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Định>)

In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Định province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Định«/»IWRM Concept for Nam Định City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Định  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 22 S.

Erhardt, B.; Fischer, K.; Kasbohm, J.; Ngán, L. D.; Lài, L. T.; Wessel, H.; Hồng, N. T.; Oanh, L. T. K.; Vu, D. M.; Schlüter, S.; Keuter, V.:

**»NDcitylineiaks«-system: a module-like decentralized wastewater treatment concept for Nam Định city**

(International Workshop on Integrated Water Resources Management in Nam Định Province <2009, Nam Định>)  
In: Journal of geology/Series B 49 (2009), 33, S. 107-123

Erhardt, B.; Kasbohm, J.; Keuter, V.:

**Heavy metal waste water treatment: technical scale in Tông xá**  
(Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Định>)

In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Định province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Định«/»IWRM Concept for Nam Định City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Định  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 13 S.

Gehrke, I.; Keuter, V.:

**Cleaner production management for metal working industries as example of metal pickling waste-water**

(International Workshop on Integrated Water Resources Management in Nam Định Province <2009, Nam Định>)  
In: Journal of geology/Series B 49 (2009), 33, S. 76-83

Gehrke, I.; Keuter, V.:

**Development of advanced nano-engineered membranes for water purification**  
(EuroNanoForum (ENF) <4, 2009, Prag>)

In: Fantechi, S. (Ed.) et al.:

EuroNanoForum 2009: nanotechnology for sustainable economy; European and International Forum on Nanotechnology; proceedings of the forum, held in Prague on 2-5 June 2009 as an official event of the Czech Presidency of the Council of the European Union; book of abstracts  
Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009, S. 51

Gehrke, I.:

**CP - cleaner production: A: Concept of CP; B: CP measures in metal working industries (MWI)**

(Workshop »Decision-Making Process in WWT on the Example of Metal Working Industries« <2, 2009, Nam Định>)

In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Định province); 2<sup>nd</sup> Workshop »Decision-making process in WWT on the example of metal working industries«; 14-15 May 2009/Nam Định  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 18 S.

Gehrke, I.:

**Industrial wastewater treatment in metal working industry (MWI): end of pipe treatment ; A: Best practice treatment, B: Specific treatment processes**

(Workshop »Decision-Making Process in WWT on the Example of Metal Working Industries« <2, 2009, Nam Định>)

In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Định province); 2<sup>nd</sup> Workshop »Decision-making process in WWT on the example of metal working industries«; 14-15 May 2009/Nam Định  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 18 S.

Glasner, C.; Robert, J.; Deerberg, G.:

**Untersuchung und Modellierung des Trocknungsverhaltens von Transformatoren mit im Seitenstrom betriebenen Trocknungsanlagen**  
(ProcessNet Jahrestagung <3, 2009, Mannheim>)  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), S. 1823-1828

Glasner, C.; Robert, J.; Deerberg, G.:

**Drying of transformer oil with different filter techniques**

(International Conference & Exhibition for Filtration and Separation Technology (FILTECH) <2009, Wiesbaden>)

In: FILTECH 2009: conference proceedings; October 13-15, 2009, Wiesbaden, Germany; volumes I + II  
Meerbusch: Filtech Exhibitions Germany, 2009, S. II-579 – II-586

Glasner, C.; Deerberg, G.; Robert, J.:

**Validierung und Auslegung kontinuierlicher Online-Ölreinigungsanlagen an Transformatoren durch mathematische Modellierung des Trocknungsverlaufs der Isolierstoffe**  
(Internationaler ETG-Kongress <2009, Düsseldorf>)

In: Internationaler ETG-Kongress 2009: Vorträge des internationalen ETG-Kongresses vom 27.-28. Oktober 2009 in Düsseldorf  
Berlin u. a.: VDE-Verlag, 2009, S. 385-390  
(ETG-Fachbericht; 118/119, CD-ROM)

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Glasner, C.; Robert, J.; Deerberg, G.:  
**Purification of transformer oil using adsorption onto cellulose**

(International Exhibition – Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology (ACHEMA) <29, 2009, Frankfurt/Main>)

In: Book of abstracts: AICHEMA 2009, 29<sup>th</sup> International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology: Frankfurt am Main, 11 - 15 May 2009

Frankfurt/Main: DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., 2009, 1 S.

GreenTech made in Germany 2.0: Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. 2. Aufl.  
München: Verlag Franz Vahlen, 2009  
ISBN 978-3-8006-3637-2

GreenTech made in Germany 2.0: environmental technology atlas for Germany. 2. Aufl.  
München: Verlag Franz Vahlen, 2009  
ISBN 978-3-8006-3638-9

Grob, J.; Mieck, S.; Bülden, B.; Paucker, R.; Althaus, W.:

**Betriebserfahrungen mit Hochtemperatur-ORC-Anlagen als Nachschaltprozess an Verbrennungsmotoren**

(Expertenforum »Thermodynamik-Kolloquium« <2009, Berlin>)

In: Expertenforum »Thermodynamik« und »Ingenieurdaten«: 5. - 7. Oktober 2009, TU-Berlin; Handout für Teilnehmer  
Düsseldorf: VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt -GEU-, Fachausschuss Thermodynamik, 2009, 1 S.

Hams, S.; Becker, G.; Mrotzek, A.:

**Ressourcen- und Klimaschutz in der Siedlungsabfallwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen: Möglichkeiten bei der Bio- und Grünabfallverwertung**

In: Müll und Abfall 41 (2009), 5, S. 237-245

Herzog, M.; Lehmkuhl, F.; Schüttrumpf, H.; Einsporn, S.; Dott, W.; Dresen, B.; Pflaum, H.; Ernst, M.; Hollert, H.; Lennartz, F.; Romich, M.; Rüde, T. R.; Roß-Nickoll, M.; Schäffer, A.; Schneider, C.; Simon, S.; Werner-Korall, E.:

**Verantwortungsvoller Umgang mit der Ressource Boden: Strategieworkshop zur Erarbeitung eines Aachener Modells für ein nachhaltiges Landmanagement am Niederrhein; Aachen, 18. September 2008**  
(Strategieworkshop zur Erarbeitung eines Aache-

ner Modells für ein nachhaltiges Landmanagement am Niederrhein <2008, Aachen>)

In: Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 21 (2009), 3, S. 310-314

Hiebel, M.; Pflaum, H.:

**Recycling für den Klimaschutz - CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Verwertung von Sekundärrohstoffen im Vergleich zur Nutzung von Primärrohstoffen**

In: Müll und Abfall 41 (2009), 1, S. 4-7

Hoffmann, G.; Schingnitz, D.; Lehmann, A.; Rotter, V. S.; Marzi, T.; Möhle, E.:

**Entwicklung eines Schnelltests für Ersatzbrennstoffe: weitere Ergebnisse**

(Workshop EBS-Analytik <2, 2008, Dresden>)

In: Bilitewski, B. (Hrsg.) et al.:  
EBS - Analytik 2: Qualitätssicherung und Inputkontrolle; Tagungsband zum II. EBS Analytik Workshop am 03./04. März 2009 in Dresden  
Pirna: Forum für Abfallwirtschaft und Altlasten e. V., 2009, S. 97-112  
(Beiträge zu Abfallwirtschaft/Altlasten; Bd. 60)

Huang, L.; Dötsch, C.:

**A novel phase change slurry (PCS) paraffin/water-emulsion for cold applications**

(International Renewable Energy Storage Conference (IRES) <3, 2008, Berlin>)

In: Third International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2008): November 24 - 25, 2008, Representation of the Federal State of North Rhine-Westphalia, Berlin/Germany  
Bonn: EUROSOLAR, Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V., 2009, 1 S.

Huang, L.; Petermann, M.; Dötsch, C.:

**Evaluation of paraffin/water emulsion as a phase change slurry for cooling applications**

In: Energy <Oxford> 34 (2009), 9, S. 1145-1155

Huang, L.; Dötsch, C.; Pollerberg, C.:

**Low temperature paraffin phase change emulsions**

(IIR Conference on Phase Change Materials and Slurries for Refrigeration and Air Conditioning (PCM) <8, 2009, Karlsruhe>)

In: Kauffeld, M. (Ed.):

8<sup>th</sup> IIR Conference on Phase Change Materials and Slurries for Refrigeration and Air Conditioning: PCM 2009; international conference; 3 - 5 June 2009, Karlsruhe, Germany  
Paris: International Institute of Refrigeration -IIR-, 2009, S. 98-106  
(Science et technique du froid ; No 2009-4)

Huang, L.; Pollerberg, C.; Dötsch, C.:

**Paraffin in water emulsion as heat transfer and storage medium**

(Effstock - Thermal Energy Storage for Energy Efficiency and Sustainability <2009, Stockholm>)

In: Abstract book & proceedings: Effstock 2009; thermal energy storage for efficiency and sustainability; 11<sup>th</sup> International Conference on Thermal Energy Storage, June 14-17 2009, Stockholm, Sweden  
Stockholm: Swedvac, the Swedish Society of HVAC Engineers, 2009, 8 S.

Huang, L.; Dötsch, C.; Pollerberg, C.:

**Latent heat storage media for cooling applications**

(International Renewable Energy Storage Conference (IRES) <4, 2009, Berlin>)

In: 4<sup>th</sup> International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2009): 24-25 November, 2009, Representation of the Federal State of North Rhine-Westphalia, Berlin/Germany  
Bonn: EUROSOLAR, Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V., 2009, 5 S.

IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Đinh province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Đinh«/»IWRM Concept for Nam Đinh City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Đinh

(Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Đinh>)

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Đinh province); 2<sup>nd</sup> Workshop »Decision-making process in WWT on the example of metal working industries«; 14-15 May 2009/Nam Đinh  
(Workshop »Decision-Making Process in WWT on the Example of Metal Working Industries« <2, 2009, Nam Đinh>)

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Jandwerth, M.; Dresen, B.:

**Identifikation der Einspeisepotenziale von Biogas in das Erdgasnetz durch Einsatz von GIS-Technologien**

(Geoinformatik <2009, Osnabrück>)

In: Reinhardt, W. (Hrsg.) et al.:  
Geoinformatik 2009: Konferenzband; 31. März - 2. April 2009, Osnabrück  
Osnabrück: Institut für Geoinformatik -IfGI- u. a., 2009, S. 275-276  
(IfGI prints; Bd. 35)

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Jelen, E.; Wiedemann, G.; Püschner, K.:  
**Laser cleaning of contaminated wooden objects**  
(International Conference on Wooden Cultural Heritage <2009, Hamburg>)  
In: Evaluation of deterioration and management of change: International Conference on Wooden Cultural Heritage; Hamburg/Germany, October 7-10, 2009  
Brüssel: European Cooperation in Science and Technology -COST, Action IE0601 »Wood Science for Conservation of Cultural Heritage« -WoodCultHer-, 2009, S. 35

Jelen, E.:  
**3D-confocal-microscopy: New advantages for non destructive measurements**  
(International Conference on Wooden Cultural Heritage <2009, Hamburg>)  
In: Evaluation of deterioration and management of change: International Conference on Wooden Cultural Heritage; Hamburg/Germany, October 7-10, 2009  
Brüssel: European Cooperation in Science and Technology -COST, Action IE0601 »Wood Science for Conservation of Cultural Heritage« -WoodCultHer-, 2009, S. 59

Jelen, E.:  
**Application of supercritical fluids replaces organic solvents**  
In: Keeping the blue planet green: German ideas for sustainable solutions in environmental technologies; research in Germany - land of ideas Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung -BMBF-, 2009, S. 43

Jelen, E.; Püschner, K.:  
**Dekontamination biozidbelasteter Kunst- und Kulturgüter aus Holz**  
(Tagung »Laseranwendung in Restaurierung und Denkmalpflege« <2009, Osnabrück>)  
In: Wiedemann, G. (Hrsg.):  
Laseranwendung in Restaurierung und Denkmalpflege: Grundlagen - Chancen - Perspektiven; Tagung am 30. und 31. Januar 2009 in Osnabrück  
Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag, 2009, S. 165-170

Jelen, E.; Ghosh, S. C.:  
**Modification of domestic timbers by impregnation using supercritical carbon dioxide: a comparison**  
(European Conference on Wood Modification (ECWM) <4, 2009, Stockholm>)  
In: Englund, F. (Ed.) et al.

The Fourth European Conference on Wood Modification: Proceedings; Norra Latin City Conference Centre, Stockholm, Sweden  
27 - 29<sup>th</sup> April 2009  
Stockholm: SP Technical Research Institute of Sweden, 2009, S. 111-116

Kabasci, S.:  
**Biogaserzeugung, -reinigung und -nutzung**  
(Technikforum »Einsatz von Biomasse und heizwertreichen Abfällen in Verbrennungs- und Vergasungsanlagen« <2009, Leipzig>)  
In: Technikforum Einsatz von Biomasse und heizwertreichen Abfällen in Verbrennungs- und Vergasungsanlagen: Profitieren Sie von Praxiserfahrungen mit Klein- und Großfeuerungsanlagen; Leipzig: Forum 401009, 12. und 13. Mai 2009  
Düsseldorf: VDI-Wissensforum GmbH, 2009, 15 S. (VDI-Wissensforum)

Kabasci, S.:  
**Boosting biogas with heat bonus: how combined heat and power optimizes biogas utilization**  
In: Renewable energy world 12 (2009), 5, S. 101-106

Kabasci, S.; Bechthold, I.; Bretz, K.; Michels, C.; Springer, A.:  
**From plants to polymers – biopolymer research at Fraunhofer UMSICHT**  
(International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB) <5, 2009, Ghent>)  
In: Cukalovic, A. (Ed.):  
RRB5: Fifth International Conference on Renewable Resources and Biorefineries: 10 - 12 June 2009, Bijloke, Ghent, Belgium; book of abstracts  
Ghent: Ghent University -UGent-, 2009, S. 24

Kanngießer, A.; Wolf, D.; Theofilidi, M.; Bruckner, T.:  
Optimierter Einsatz von Druckluftspeicherkraftwerken unter Berücksichtigung von Restriktionen im Verteilnetz  
(Fachtagung Optimierung in der Energiewirtschaft <8, 2009, Ludwigsburg>)  
In: 8. Fachtagung Optimierung in der Energiewirtschaft: Ludwigsburg, 24. und 25. November 2009  
Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 2009, S. 251-265 (VDI-Berichte; 2080)

Kanngießer, A.; Wolf, D.; Theofilidi, M.; Bruckner, T.:  
**Commitment optimization of adiabatic compressed air energy storages considering grid restrictions**

(International Renewable Energy Storage Conference (IRES) <4, 2009, Berlin>)  
In: 4<sup>th</sup> International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2009): 24 - 25 November, 2009, Representation of the Federal State of North Rhine-Westphalia, Berlin/Germany  
Bonn: EUROSOLAR, Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V., 2009, 1 S.

Keuter, V.; Krause, S.:  
**Renewable energies from waste water: a chance for Vietnamese regions**  
(International Workshop on Integrated Water Resources Management in Nam Dinh Province <2009, Nam Dinh>)  
In: Journal of geology/Series B 49 (2009), 33, S. 100-106

Keuter, V.; Deerberg, G.:  
**Challenge water reuse: Akzeptanz, Betriebssicherheit und Medikamentenrückstände**  
(Abschlusstagung KOMPLETT <2009, Kaiserslautern>)  
In: Schmitt, T. G. (Hrsg.):  
KOMPLETT: ein innovatives System zur Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen  
Kaiserslautern: TU Kaiserslautern, 2009, S. 163-187  
(Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Kaiserslautern; Bd. 28)

Keuter, V.:  
**Wastewater management in the food industry: cleaner production; example: milk industry/brewery**  
(Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Dinh>)  
In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Dinh province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Dinh«/»IWRM Concept for Nam Dinh City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Dinh  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 36 S.

Keuter, V.:  
**Wastewater management in the textile industry: cleaner production, water re-use**  
(Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Dinh>)  
In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Dinh province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Dinh«/»IWRM Concept for Nam Dinh City«; Final Workshop

# VERÖFFENTLICHUNGEN

on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Đinh  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 36 S.

Keuter, V.; Gehrke, I.:  
**Entwicklung fortschrittlicher Materialien und Verfahren zur Wasser- und Abwasserbehandlung mittels funktioneller Nanokomposite** (Fachtagung »nANO Meets... Water and Energy« <2009, Oberhausen>)  
In: nANO Meets... Water and Energy: Nanotechnologie in der Wasser-, Abwasser- und Energietechnik; Innovationen auf den Gebieten Materialien, Anwendungen und Analytik; Fachtagung; 26. November 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen 2009, 1 S.

Klosowski, V.; Schaffrath, A.; Seifert, U.:  
**Plant safety**  
In: Bullinger, H.-J. (Ed.):  
Technology guide: principles, applications, trends, Berlin u. a.: Springer, 2009, S. 536-539

Knermann, C.:  
**Thin Clients vs PCs: Wirtschaftlichkeitsbeurteilung**  
In: Lampe, F. (Hrsg.):  
Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients: mit neuen IT-Technologien Energieeffizienz erreichen, die Umwelt schonen und Kosten sparen  
Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009, S. 113-125

Knermann, C.:  
**Ökologische Aspekte von Thin Clients**  
In: Lampe, F. (Hrsg.):  
Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients: mit neuen IT-Technologien Energieeffizienz erreichen, die Umwelt schonen und Kosten sparen  
Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009, S. 127-139

Knermann, C.:  
**Der Hydra neue Köpfe. Im Test: Citrix Xen-App 5.0**  
In: IT-Administrator (2009), 3, S. 16-20

Knermann, C.:  
**Schöner wandern: Roaming Profiles unter Windows 2003/2008**  
In: IT-Administrator (2009), 5, S. 35-39

Knermann, C.:  
**Blade Runner. Im Test: IBM CP20 Client und HC10 Workstation Runner**  
In: IT-Administrator (2009), 5, S. 29-34

Knermann, C.:  
**Virtuelle Arbeitsplätze. Im Test: Citrix Xen-Desktop 3.0**  
In: IT-Administrator (2009), 9, S. 28-34

Knermann, C.:  
**Kompakter Netzwerkspeicher: im Test: Synology DS209+II NAS-System**  
In: IT-Administrator (2009), 10, S. 26-27, 30-32

Knermann, C.:  
**Zu Hause ist es doch am schönsten. Im Test: Fujitsu Scaleo Home Server 2205**  
In: IT-Administrator (2009), 12, S. 18-20, 22-23

Knermann, C.:  
**Marke Eigenbau: VPN-Tunnel zu Windows-PCs mit freeSSHd**  
In: IT-Administrator (2009), 12, S. 29-32

Knerr, H.; Engelhart, M.; Keuter, V.; Rechenburg, A.; Schmitt, T. G.:  
**Potenziale des Grauwasserrecyclings am Beispiel des BMBF-Verbundprojektes KOMPLETT** (Fbr-Fachtagung »Grauwasser-Recycling – Wasser zweimal nutzen« <2009, Berlin>)  
In: Grauwasser-Recycling: Wasser zweimal nutzen Darmstadt: Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. -FBR-, 2009, S. 31-53 (Schriftenreihe fbr ; Bd. 12)

Knerr, H.; Büttgen, S.; Engelhart, M.; Legrix, J.-C.; Rechenburg, A.:  
**Black water recycling and nanotechnology combined** (Fachtagung »nANO Meets... Water and Energy« <2009, Oberhausen>)  
In: nANO Meets... Water and Energy: Nanotechnologie in der Wasser-, Abwasser- und Energietechnik; Innovationen auf den Gebieten Materialien, Anwendungen und Analytik; Fachtagung; 26. November 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen 2009, 1 S.

Knerr, H.; Agné, T.; Büttgen, S.; Engelhart, M.; Keuter, V.; Rechenburg, A.:  
**Kombination auf Nanotechnologie basierender Sanitärtechnik und Schwarzwasserrecycling** (Fachtagung »nANO Meets... Water and Energy« <2009, Oberhausen>)  
In: nANO Meets... Water and Energy: Nanotechnologie in der Wasser-, Abwasser- und Energietechnik; Innovationen auf den Gebieten Materialien, Anwendungen und Analytik; Fachtagung; 26. November 2009, Fraunhofer

UMSICHT, Oberhausen  
2009, 20 S.

Körner, H.-J.; Deerberg, G.:  
**Untersuchungen zum Downstream-Processing bei der biotechnologischen Herstellung von 1,18-Octadecendisäure**  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 11, S. 1823-1828

Körner, H.-J.; Deerberg, G.:  
**Separation and purification of 1,18-octadecenedioic acid** (Biorefinica <4, 2009, Osnabrück>)  
In: Biorefinica 2009: International Symposium Biobased Products and Biorefineries; January 27 and 28, 2009, Osnabrück  
Potsdam: biorefinery.de GmbH, 2009, 1 S.

Krassowski, J.; Kabasci, S.:  
**Prozessüberwachung bei der anaeroben Vergärung mit Hilfe eines adaptierbaren Prozessbeobachters**  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 11, S. 1791-1795

Krassowski, J.; Bongermine, N.; Kabasci, S.:  
**Prozessüberwachung bei der anaeroben Vergärung mit Hilfe eines adaptierbaren Prozessbeobachters** (Symposium Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas <18, 2009, Bad Staffelstein>)  
In: 18. Symposium Bioenergie – Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas: Grundlagenseminar; 19./20. November 2009, Kloster Banz, Bad Staffelstein  
Himmelkron: Energiefachbuchhandel, 2009, S. 174-177

Krause, S.; Schlüter, S.:  
**Waste water treatment in Germany: a review of the training course in Oberhausen/Duckwitz/Sonthofen October 2008** (Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH <2009, Nam Đinh>)  
In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Đinh province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Đinh«/»IWRM Concept for Nam Đinh City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM DINH; 17-18 September 2009/Nam Đinh  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 18 S.

Krause, S.; Schlüter, S.:  
**Xu lý nước thải tại Đức: Điềm lại nhưng nét chính về khóa đào tạo tai**

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Oberhausen/Duckwitz/Sonthofen Tháng 10, 2008  
(Final Workshop on the IWRM Project NAM ĐINH <2009, Nam Đinh>)  
In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Đinh province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Đinh«/»IWRM Concept for Nam Đinh City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM ĐINH; 17-18 September 2009/Nam Đinh  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 18 S.

Krause, S.; Krassowski, J.; Kabasci, S.:  
**BE n - Biomass energy register for sustainable site development for European regions**  
(Symposium Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas <18, 2009, Bad Staffelstein>)  
In: 18. Symposium Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas: Grundlagenseminar; 19./20. November 2009, Kloster Banz, Bad Staffelstein  
Himmelkron: Energiefachbuchhandel, 2009, S. 169-173

Krause, S.; Jandewerth, M.; Hiebel, M.:  
**Biomasse-Energiekataster zur Standortentwicklung**  
In: Euroheat & power 38 (2009), 6, S. 34-36

Lyko, H.; Deerberg, G.; Weidner, E.:  
**Coupled production in biorefineries: combined use of biomass as a source of energy, fuels and materials**  
In: Journal of biotechnology 142 (2009), 1, S. 78-86

Mac an Bhaire, S.; Devlin, G.; McDonnell, K.; Owend, P.; Mevißen, N.; Schulzke, T.; Unger, C.:  
**Quality of producer gas from different bio-gaseous fuels**  
(European Biomass Conference & Exhibition (EBCE) <17, 2009, Hamburg>)  
In: De Santi, G. F. (Ed.) et al.:  
17<sup>th</sup> European Biomass Conference & Exhibition: from research to industry and markets; proceedings of the international conference held in Hamburg, Germany, 29 June - 3 July 2009  
Florence: ETA-Renewable Energies, 2009, S. 614-620

Mevißen, N.; Schulzke, T.; Unger, C.; Mac an Bhaire, S.:  
**Thermodynamics of autothermal wood gasification**  
(International Conference on Thermochemical Conversion Science (TC Biomass) <2009, Chicago/Ill.>)

In: Environmental progress & sustainable energy 28 (2009), 3, S. 347-354

Mölders, N.:  
**DEM-Modellierung selbstschärfender Schneidwerkzeuge**  
(Jahrestreffen des ProcessNet-Fachausschusses »Zerkleinern und Klassieren« <2009, Wülfrath>)  
In: Jahrestreffen des ProcessNet-Fachausschusses »Zerkleinern und Klassieren«: Berufsbildungszentrum der Rheinkalk GmbH in Wülfrath 26.-27.02.2009, 25 S.

Mölders, N.; Isenburg, T.:  
**Bionik - Innovationen aus der Natur: Biologische Oberflächenstrukturen geben Impulse für neue Materialien und ein optimiertes Oberflächenfinish**  
In: Besser lackieren! (2009), 10 (5. Juni), S. 16

Mölders, N.:  
**Berufsbild Ingenieur/in in der Forschung: ein Erfahrungsbericht vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT**  
In: Chancen im Ingenieurberuf: das VDI-Bewerbungshandbuch 2009  
Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 2009, S. 66-68

Müller, T.:  
**Rechtshilfe bei Gefahrstoffen**  
In: P&A-Kompodium 2009/2010: Prozesstechnik & Automation; die wichtigsten Technologietrends, die wichtigsten Anbieter  
München: publish-industry Verlag GmbH, 2009, S. 171-172

Pflaum, H.; Hiebel, M.:  
**Klimaschutz durch Stoffkreisläufe: Fraunhofer UMSICHT-Studie untersucht den Beitrag des Recycling- und Rohstoffkonzerns Interseroh zur CO<sub>2</sub>-Einsparung**  
In: Lebensmittel-Zeitung (2009), 1, 2 S.

Pflaum, H.; Hiebel, M.:  
**CO<sub>2</sub>-Bilanz des Recyclings ausgewählter Sekundärrohstoffe am Beispiel der INTERSEROH SE**  
In: Bilitewski, B. (Hrsg.) et al.:  
Müll-Handbuch: Sammlung und Transport, Behandlung und Ablagerung sowie Vermeidung und Verwertung von Abfällen; ergänzbares Handbuch für Praktiker der kommunalen und industriellen Abfallwirtschaft  
Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2009, 22 S.

Pollerberg, C.; Heinzel, A.; Weidner, E.:  
**Model of a solar driven steam jet ejector chiller and investigation of its dynamic operational behaviour**  
In: Solar energy 83 (2009), 5, S. 732-742

Pollerberg, C.; Jaehnic, D.; Dötsch, C.:  
**Prototype of a solar driven steam jet ejector chiller**  
(International Conference Solar Air-Conditioning <3, 2009, Palermo>)  
In: Solar air-conditioning: 3<sup>rd</sup> international conference; Palermo, Sicily, Italy, September 30<sup>th</sup> - October 2<sup>nd</sup>, 2009  
Himmelkron: BOXER, 2009, 7 S

Pollerberg, C.; Jähnic, D.:  
**Prototyp einer solarbetriebenen Dampfstrahlkältemaschine**  
In: Erneuerbare Energie (2009), 4, S. 10-13

Renner, M.; Weidner, E.; Brandin, H. G.:  
**High-pressure carbon dioxide tanning**  
In: Transactions of the Institution of Chemical Engineers / A 87 (2009), 7, S. 987-996

Renner, M.; Weidner, E.; Geihlsler, H.:  
**Intensified and environmentally friendly tanning of animal skin**  
(EQUIFASE <2009, Praia da Rocha>)  
In: Book of abstracts: EQUIFASE 2009; VIII Ibero-American Conference on Phase Equilibria and Fluid Properties for Process Design; 17-21 October 2009, Praia da Rocha, Algarve, Portugal  
Porto: Universidade do Porto, 2009, S. 39

Rosow, S.; Deerberg, G.; Goetze, T.; Kanswohl, N.; Schlegel, M.:  
**Weniger Schwefel - weniger Formaldehyd: Biogaseinschwefelung als Voraussetzung für den EEG-Emissionsbonus**  
In: Neue Landwirtschaft (2009), 11, S. 114-117

Rosow, S.; Deerberg, G.; Goetze, T.; Kanswohl, N.; Nelles, M.:  
**Feinentschwefelung von Biogas mit dotierter Aktivkohle**  
In: Landtechnik 64 (2009), 3, S. 202-205

Rosow, S.; Deerberg, G.; Goetze, T.; Kanswohl, N.; Nelles, M.:  
**Biogaseinschwefelung mittels neu entwickelter dotierter Aktivkohle: 20-monatiger Praxistest**  
In: Müll und Abfall 41 (2009), 5, S. 246-249

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Rossow, S.:

**Weniger Schwefel: dotierte Aktivkohle**

In: Joule (2009), 6, S. 41-47

Sayder, B.; Vitz, H.; Mohring, S.; Merrettig-Bruns, U.; Kabasci, S.; Hamscher, G.; Türk, J.:

**Gehemmte Biologie**

In: Biogas-Journal 12 (2009), 2, S. 44-45

Schlüter, S.:

**Hội thảo tổng kết dự án IWRM Nam Định: 17. & 18. Tháng 9, 2009; Tổng quan**

(Final Workshop on the IWRM Project NAM ĐỊNH <2009, Nam Định>)

In: IWRM research Vietnam: integrated water resource management (IWRM) Vietnam (Nam Định province); 3<sup>rd</sup> Workshop »Waste Water Treatment in the Key Industries of Nam Định«/»IWRM Concept for Nam Định City«; Final Workshop on the IWRM Project NAM ĐỊNH; 17-18 September 2009/Nam Định

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009, 3 S.

Springer, A.; Bretz, K.; Mock, J.; Kabasci, S.:

**Enzymatische Veresterung von Bernsteinsäure in organischen Medien**

(DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen <27, 2009, Mannheim>)

In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 8, S. 1314

Springer, A.; Bechthold, I.; Bretz, K.; Kabasci, S.:

**Succinic acid: a new platform chemical for biobased polymers from renewable resources**

(European Biomass Conference & Exhibition (EBCE) <17, 2009, Hamburg>)

In: De Santi, G. F. (Ed.) et al.:

17<sup>th</sup> European Biomass Conference & Exhibition: from research to industry and markets; proceedings of the international conference held in Hamburg, Germany, 29 June - 3 July 2009  
Florence: ETA-Renewable Energies, 2009, 24 S.

Springer, A.; Bechthold, I.; Bretz, K.; Kabasci, S.:

**Polyamides based on biotechnological succinic acid**

In: Bioplastics magazine 4 (2009), 04, S. 32-33

Springer, A.; Bechthold, I.; Bretz, K.; Kabasci, S.:

**Succinic acid esters as intermediates for the synthesis of polyamide 44**

(International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB) <5, 2009, Ghent>)

In: Cukalovic, A. (Ed.):

RRB5: Fifth International Conference on Renewable Resources and Biorefineries: 10 - 12 June 2009, Bijloke, Ghent, Belgium; book of abstracts

Ghent: Ghent University -UGent-, 2009, S. 112

Stahl, E.; Deerberg, G.; Robert, J.:

**Neuartiges Filtrations- und Wäschesystem zur Emissionsminderung bei Holz-Kleinfeuerungsanlagen (30-500 kW)**

(ProcessNet Jahrestagung <3, 2009, Mannheim>)  
In: Chemie - Ingenieur - Technik 81 (2009), 8, S. 1080

Stahl, E.; Robert, J.; Deerberg, G.:

**Removal of fine particulate matter from exhaust gases by metallic microsieves**

(International Conference & Exhibition for Filtration and Separation Technology (FILTECH) <2009, Wiesbaden>)

In: FILTECH 2009: conference proceedings;

October 13-15, 2009, Wiesbaden, Germany;

volumes I + II

Meerbusch: Filtech Exhibitions Germany, 2009,

S. II-67 – II-73

Stahl, E.; Robert, J.; Deerberg, G.:

**Application of innovative metallic microsieves for particle removal from gases**

(International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology (ACHEMA) <29, 2009, Frankfurt/Main>)

In: Book of abstracts: ACHEMA 2009, 29<sup>th</sup> International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology; Frankfurt am Main, 11 - 15 May 2009

Frankfurt/Main: DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., 2009, 1 S.

Stahl, E.; Robert, J.; Deerberg, G.:

**Characterization of innovative metallic microsieves as a new filter medium for fine particulate matter removal from gases**

(World Congress of Chemical Engineering (WCCE) <8, 2009, Montreal/Québec>)

In: Montréal 2009: Challenges for a changing world; 8<sup>th</sup> World Congress of Chemical Engineering (WCCE8); incorporating the 59<sup>th</sup> Canadian Chemical Engineering Conference and the XXIV Interamerican Congress of Chemical Engineering; August 23-27, 2009, Montréal, Quebec, Canada  
Montreal/Québec: École Polytechnique de Montréal, 2009, 4 S.

Türk, J.; Sayder, B.; Vitz, H.; Kiffmeyer, T. K.; Kabasci, S.:

**Efficiency, costs and benefits of AOPs for removal of pharmaceuticals from the water cycle**

(IWA Specialist Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment <5, 2009, Berlin>)

In: Sievers, M. (Ed.) et al.:

Oxidation technologies for water and wastewater treatment: 5<sup>th</sup> IWA Specialist Conference, 10<sup>th</sup> IOA-EA3G Berlin Conference; Berlin, March 30 - April 2, 2009; executive summaries  
Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger-Verlag, 2009, S. 86 (CUTEC-Schriftenreihe; No. 72)

Urban, W.; Salazar Gómez, J. I.; Lohmann, H.:

**Catalytically upgraded landfill gas as a cost-effective alternative for fuel cells**

(Conference »Fuel Cells Science & Technology« <4, 2008, Copenhagen>)

In: Journal of power sources 193 (2009), 1, S. 359-366

Urban, W.:

**Überblick Gasaufbereitungstechnologien**

(Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V.

<18, 2009, Hannover>)

In: Biogas: dezentral erzeugen, regional profitieren, international gewinnen: 18. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V.; Workshop 1: Technische und rechtliche Grundlagen der Gaseinspeisung; 3. Februar 2009, Messegelände Hannover

Freising: Fachverband Biogas e.V. -FvB-, 2009, 16 S.

Urban, W.:

Kosten und Technik der Biogasaufbereitung und -einspeisung in das Erdgasnetz: Verfahrensvergleich

(Kasseler Abfall- und Bioenergieforum <21, 2009, Kassel>)

In: Wiemer, K. (Hrsg.) et al.:

Bio- und Sekundärrohstoffverwertung IV: stofflich, energetisch

Witzenhausen: Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, 2009, S. 537-546  
(Neues aus Forschung und Praxis)

Urban, W.; Lohmann, H.:

**Deponiegasreinigung: Verfahrensüberblick und neue Entwicklungen**

(Bio- und Deponiegas Fachtagung <2009, Weimar>)

In: Bio- und Deponiegas Fachtagung 2009:

Synergien nutzen und voneinander lernen III; Tagungsbuch; zusätzlich mit Sicherheitsregeln für Biogasanlagen auf Basis der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV); Weimar 28./29. April 2009

Kiel: DAS-IB GmbH, 2009, S. 215-234

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Urban, W.:

## **Technologien und Kosten der Erzeugung von Erdgassubstituten aus Biogas: Vorstellung der Ergebnisse aus der aktuellen Erhebung 2008**

In: Jahrbuch 2008/2009 Nachwachsende Rohstoffe: Wirtschaftsfaktor Biomasse  
Straubing: Centrales Agrar-, Rohstoff-, Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V. -CARMEN-, 2009, S. 347-352

Urban, W.; Girod, K.; Lohmann, H.; Dachs, G.; Zach, C.;

## **Technologien und Kosten der Biogasaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz: Ergebnisse der Markterhebung 2007-2008**

Erg. und aktualisierte Fassung, Version 4.16  
Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Urban, W.; Lohmann, H.; Salazar Gómez, J. I.:  
**Performance assessment of a long-time field-test with catalytically upgraded landfill gas**

(International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology (ACHEMA) <29, 2009, Frankfurt/Main>)

In: Book of abstracts: ACHEMA 2009, 29<sup>th</sup> International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology: Frankfurt am Main, 11-15 May 2009

Frankfurt/Main: DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., 2009, 1 S.

Urban, W.:

## **Reinigung von Biogas zur Einspeisung in Gasnetze**

(Fachkongress »Biomasse aus Abfällen - Gibt es ein optimales Stoffstrommanagement?« <2009, Düsseldorf>)

In: Biomasse aus Abfällen: Gibt es ein optimales Stoffstrommanagement?; Tagungsband; 11. Februar 2009 in Düsseldorf

Recklinghausen: Nordrhein-Westfalen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz -LANUV-, 2009, S. 71-77  
(LANUV-Fachbericht; 18)

Urban, W.:

## **Spannende Aussichten - Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz**

In: VIK-Mitteilungen (2009), 5, S. 8-9

Urban, W.:

## **Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz: neueste Marktentwicklungen im Bereich Gasaufbereitung und Netzeinspeisung**

(Symposium Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas <18, 2009, Bad Staffelstein>)  
In: 18. Symposium Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas: Grundlagenseminar; 19./20. November 2009, Kloster Banz, Bad Staffelstein

Himmelkron: Energiefachbuchhandel, 2009, S. 295-300 (Wissen für Profis)

Urban, W.; Lohmann, H.; Salazar Gómez, J. I.:  
**Catalytic purification process for the upgrading of landfill gas to fuel cell quality**

(Jahrestreffen Deutscher Katalytiker <42, 2009, Weimar>)

In: 42. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker: 11.-13. März 2009; congress centrum neue weimarhalle, Weimar 2009, 1 S.

Urban, W.; Salazar Gómez, J. I.; Lohmann, H.:  
**Challenges of biogas upgrading to fuel cell quality**

(European Fuel Cell Forum (EFCF) <2009, Luzern>)

In: European Fuel Cell Forum 2009: 8<sup>th</sup> European SOFC Forum; 29 June - 2 July 2009, Kultur- und Kongresszentrum Luzern, Luzern/Schweiz; proceedings  
Oberrohrdorf: European Fuel Cell Forum -EFCF-, 2009, 12 S.

Urban, W.; Jandewerth, M.; Dresen, B.; Arnold, K.; Schiffers, J.:

## **Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz: eine technische, ökonomische, raumbezogene und rechtliche Bewertung**

In: Mohammadzadeh, M. (Hrsg.) et al.: Klimaschutz und Anpassung an die Klimafolgen: Strategien, Maßnahmen und Anwendungsbeispiele

Köln: Medien GmbH, 2009, S. 98-106

Urban, W.:

## **Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz: neueste Marktentwicklungen im Bereich Gasaufbereitung und Netzeinspeisung**

(Gülzower Fachgespräch »Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven« <2009, Weimar>)

In: Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven: Tagungsband zum KTBL/FNR-Biogas-Kongress vom 15. bis 16. September 2009 in Weimar

Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. -FNR-, 2009, S. 237-248  
(nachwachsende-rohstoffe.de)

Urban, W.:

## **Technologien und Kosten der Biogasaufbereitung und -einspeisung in das Erdgasnetz**

In: Bilitewski, B. (Hrsg.):

Müll-Handbuch: Sammlung und Transport, Behandlung und Ablagerung sowie Vermeidung und Verwertung von Abfällen; ergänzbares Handbuch für Praktiker der kommunalen und industriellen Abfallwirtschaft  
Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2009, 24 S.

Wack, H.; Ulbricht, M.:

## **Effect of synthesis composition on the swelling pressure of polymeric hydrogels**

In: Polymer 50 (2009), 9, S. 2075-2080

Wack, H.; Hintemann, D.; Michael, H.; Buschner, N.:

## **Quellfähige Thermoplast-Elastomer-Composite in der Abdichtungstechnik**

(Fachtagung Technomer <21, 2009, Chemnitz>)

In: Gehde, M. (Hrsg.) et al.:  
Technomer 2009: 21. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren mit Firmenpräsentation; 12. bis 14. November 2009, Chemnitz; Plenum, Vorträge, Posterbeiträge; - Kurzfassungen - (Langfassungen auf CD-ROM)  
Chemnitz: TU Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik -IMK-, 2009, S. 132

Wack, H.; Hintemann, D.; Michael, H.; Buschner, N.:

## **Abdichtungstechnik auf Basis Quellfähiger Elastomer-Kunststoff-Compounds: Q-TE-C®**

(Fachtagung Technomer <21, 2009, Chemnitz>)

In: Gehde, M. (Hrsg.) et al.:  
Technomer 2009: 21. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren mit Firmenpräsentation; 12. bis 14. November 2009, Chemnitz; Plenum, Vorträge, Posterbeiträge; - Kurzfassungen - (Langfassungen auf CD-ROM)  
Chemnitz: TU Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik -IMK-, 2009, 10 S.

Weidner, E.:

## **High pressure micronization for food applications**

In: The journal of supercritical fluids 47 (2009), 3, S. 556-565

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Wittwer, S.; Nellesen, A.:

## **Substitutionsprofil zur Identifikation und Bewertung möglicher Alternativen für toxi-kologisch kritische Kunststoffadditive**

(Jahrestagung der GDCh-Fachgruppe Umwelt-chemie und Ökotoxikologie <2009, Trier>)

In: Stoffverhalten und -wirkungen in Umwelt-kompartimenten; Jahrestagung 2009; 23. - 25. September 2009, Trier; Kurzreferate, Frankfurt/Main: Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V. -GDCh-, 2009, S. 159

Wolf, D.; Berthold, S.; Dötsch, C.; Span, R.:

## **Heat management of decentralized adiabatic compressed air energy storage plants**

(International Renewable Energy Storage Conference (IRES) <3, 2008, Berlin>)

In: Third International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2008): November 24 - 25, 2008, Representation of the Federal State of North Rhine-Westphalia, Berlin/Germany  
Bonn: EUROSOLAR, Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien e.V., 2009, 6 S.

Wolf, D.; Dötsch, C.:

## **Druckluftspeicherkraftwerke - technologischer Vergleich, Einsatzszenarien und zukünftige Entwicklungstrends**

(Tagung Elektrische Energiespeicher - Schlüssel-technologie für energieeffiziente Anwendungen <2009, Fulda>)

In: Elektrische Energiespeicher: Schlüsseltechnologie für energieeffiziente Anwendungen; Tagung, Fulda, 25. und 26. März 2009  
Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 2009, S. 101-115 (VDI-Berichte; 2058)

Wolf, D.; Berthold, S.; Dötsch, C.; Lopez, J. U.; Erkan, T.; Span, R.:

## **Dynamic simulation of possible heat management solutions for adiabatic compressed air energy storage**

(Effstock - Thermal Energy Storage for Energy Efficiency and Sustainability <2009, Stockholm>)

In: Abstract book & proceedings: Effstock 2009: Thermal energy storage for efficiency and sustainability; 11<sup>th</sup> International Conference on Thermal Energy Storage, June 14-17, 2009  
Stockholm, Sweden  
Stockholm: Swedvac, the Swedish Society of HVAC Engineers, 2009, 8 S.

Wolf, D.; Dötsch, C.:

## **Druckluftspeicherkraftwerke - Bewertung und Charakterisierung von netzintegrierten druckluftbasierten Energiespeicherkonzepten**

(Tagung Elektrische Energiespeicher - Schlüssel-technologie für energieeffiziente Anwendungen <2009, Fulda>)

In: Elektrische Energiespeicher 2009: Schlüssel-technologie für energieeffiziente Anwendungen; Fulda, 25. - 26.03.2009, 2009, 21 S.

Wolf, D.; Dötsch, C.; Span, R.:

## **Evaluating plant configurations for adiabatic compressed air energy storage by dynamic simulation**

(Biennial International Conference »Electrical Energy Storage Applications and Technologies« (EESAT) <2009, Seattle/Wash.>)

In: EESAT 2009: electrical energy storage applications and technologies; biennial international conference; Renaissance Seattle Hotel, October 4 - 7, Seattle, Washington, USA  
Albuquerque/N.Mex.: Sandia National Laboratories -SNL-, 2009, 6 S.

## **Dissertationen**

Ehrenstein, U.:

## **Prozess- und Modellentwicklung für die pervaporationsunterstützte enzymatische Synthese natürlicher Aromastoffe**

Oberhausen: Karl Maria Laufen, 2009  
(UMSICHT-Schriftenreihe; Bd. 61)  
Zugl.: Dortmund, Univ. Diss., 2008  
ISBN 978-3-87468-241-1

Glasner, C.:

## **Reinigung von Öl am Beispiel von Transformatorenöl: praktische Ansätze und Modellierung**

Bochum: Ruhr-Univ. Bochum -RUB-, Fakultät für Maschinenbau, 2009  
Bochum, Univ., Diss., 2009

Mrotzek, A.:

## **Modellgestützte Stoffflussanalyse der Ersatzbrennstoffherstellung aus gemischten Gewerbeabfällen**

Aachen: Shaker-Verlag GmbH, 2009  
(Schriftenreihe zur Aufbereitung und Veredlung; Bd. 34)  
Zugl.: Aachen, TH, Diss., 2008  
ISBN 978-3-8322-8559-3

# FORSCHUNGSBERICHTE

## Forschungsberichte

Beier, C.:

**Analyse des Energieverbrauchs und exemplarische Best-practice-Lösungen für relevante Verbrauchssektoren in Krankenhäusern**

Förderkennzeichen: DBU - AZ 23472

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Bertling, J.; Eloo, C.:

**Verdichtetes Kohlendioxid als Prozessadditiv zur Herstellung polymerer und mikronisierter Nanokomposite**

Abschlussbericht zum BMBF-Projekt

»nanocrosser«

Förderzeitraum: 01.01.2006 - 31.12.2008.

Förderkennzeichen: 03X0009 A-F

Hannover: Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek Hannover -TIB/UB-, 2009

Deerberg, G.; Grän-Heedfeld, J.; Hennig, T.;

Dudlik, A.:

**Strömungs- und Wärmetransportoptimierung in Biogasanlagen**

Abschlussbericht zum BMELV-Vorhaben;

Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2005 -

30.11.2008. Förderkennzeichen: 22015305

Hannover: Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek Hannover -TIB/UB-, 2009

Egenolf, B.; Deerberg, G.; Erich, E.:

**Verwertung von Altbeizsäuren zur Aufbereitung von Composite-Verpackungen**

Abschlussbericht für den Zeitraum: 01.07.2006 bis 30.06.2008 zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die AiF geförderten Forschungsvorhaben. Förderkennzeichen: 14806 N/1, 14806 N/2  
Duisburg: Verein zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e.V. -VEU-, 2009

Gehrke, I.; Robert, J.; Deerberg, G.:

Abschlussbericht für das Verbundvorhaben des BMBF

**»Entwicklung und Anwendung von metallischen Mikrosieben für die Wasser-, Abwasser und Lebensmitteltechnik«**

Projektzeitraum: 01.08.2005 bis 31.07.2008

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009,

Förderkennzeichen: 01RI05049

Glasner, C.:

**SafeLube: a novel method of continuous on-line conditioning & safe management to enable the use of fire retardant lubricants in gas & steam power generation turbines**

EU-Projekt Förderkennzeichen: COOP-CT-2005-017970, 2009

Hiebel, M.; Pflaum, H.; Dresen, B.; Rettweiler, M.; Lüdecke, B.:

**Entwicklung eines Modells zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 7 Stoffströmen aus dem Bereich Duales System Interseroh und Einbindung der Ergebnisse in Marketing-/ Vertriebsprozesse**

Leichtverpackungen, PPK, Altglas

Auftraggeber: INTERSEROH Dienstleistungs-GmbH

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Hiebel, M.; Dresen, B.; Pflaum, H.; Rettweiler, M.:

**Berechnung von CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Firma EDEKA: Kurzstudie**

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Hiebel, M.; Dresen, B.; Pflaum, H.; Rettweiler, M.:

**Berechnung von CO<sub>2</sub>-Bilanzen der EVA: Kurzstudie**

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Kabasci, S.; Krassowski, J.; Dresen, B.:

**Standortanalyse und Machbarkeitsprüfung für ein Biogasprojekt der Stadtwerke Gronau**

Teil 1: Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) und Reststoffen für eine Biogasanlage in der Stadt Gronau.

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Schmitt, T. G.; Hansen, J.; Knerr, H.; Wölle, J.;

Ebert, A.; Einsfeld, K.; Laufer, W.; Legrix, J.-C.;

Agné, T.; Krystkiewicz, D.; Büttgen, S.; Engel-

hart, M.; Exner, Martin; Kistemann, T.; Gebel, J.;

Rechenburg, A.; Nonnenmacher, K.; Deerberg,

G.; Keuter, V.:

**Entwicklung und Kombination von innovativen Systemkomponenten aus Verfahrenstechnik, Informationstechnologie und Keramik zu einer nachhaltigen Schlüsseltechnologie für Wasser- und Stoffkreisläufe**

Komplett – water recycling systems; Abschlussbericht für das BMBF-Projekt, Projektnummer: 02WD0966.

Förderkennzeichen: 02WD0685, 02WD0686,

02WD0683, 02WD0684, 02WD0682,

02WD0966,

Mettlach u. a.: Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek Hannover -TIB/UB-, 2009

Stahl, E.; Deerberg, G.; Robert, J.:

**Entwicklung und Umsetzung eines neuartigen zweistufigen Filtrations- und Wäscher-Systems zur Abscheidung von Feinstäuben aus Holz-Kleinfeuerungsanlagen (30 bis 500 kW)**

FNR Feinstaub; Abschlussbericht.

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Förderkennzeichen: FNR 22021106

Urban, W.; Zeidler-Fandrich, B.:

Gesamtabschlussbericht für das BMBF-Verbundprojekt »Biogaseinspeisung«:

**»Beseitigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Hemmnisse bei der Einspeisung biogener Gase in das Erdgasnetz zur Reduzierung klimarelevanter Emissionen durch Aufbau und Anwendung einer georeferenzierten Datenbank – Strategieentwicklung zur politischen und techno-ökonomischen Umsetzung«**

Laufzeit: November 2006 – Dezember 2008.

Förderkennzeichen: 01LS05039, 01LS05040,

01LS05041, 01LS05042, 01LS05043,

01LS05044, 01LS05045

Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, 2009

Werner-Korall, E.; Herzog, M.; Dresen, B.; Hiebel, M.:

**Carbon Footprint von Produkten (CFP): Bilanzierung in kleinen und mittleren Unternehmen**

Frankfurt/Main u. a.: Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen GmbH -DQS-, 2009

# KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

## Kooperationspartner und Auftraggeber

*Fraunhofer UMSICHT arbeitet mit Auftraggebern aller Branchen und Unternehmensgrößen erfolgreich zusammen. Einen Überblick über Projekt- und Kooperationspartner sowie Kunden und Auftraggeber bietet der folgende Auszug aus der Referenzliste des Instituts, in dem aus Gründen einer optimalen Übersichtlichkeit die Partner aus dem Fraunhofer-FuE-Netzwerk nicht gesondert aufgeführt werden.*

A. & E. Lindenberg GmbH, Bergisch-Gladbach  
Abfallentsorgungsanlage Linkenbach, Linkenbach  
ACCESS e.V., Aachen  
Adako Aktivkohlen GmbH, Düsseldorf  
agri.capital GmbH, Münster  
Air Products GmbH, Hattingen  
Aufbereitungstechnologie Noll GmbH, Bobingen  
Aufwind Schmack GmbH Neue Energien, Regensburg  
Balance VNG, Leipzig  
Bernd Josef Wenning, Rhede  
BETEC Beschichtungstechnik GmbH, Karlsruhe  
BHC Gummi-Metall GmbH, Meckenheim  
Biodiesel Kampen B.V., Kampen, Niederlande  
Biostrom Oberhausen GmbH & Co. KG, Oberhausen  
BKV Beteiligung- und Kunststoffverwertungsgesellschaft mbH, Frankfurt am Main  
BKW FMB Energie AG, Bern  
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin  
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin  
Bundesverband Freier Tankstellen und Unabhängiger Deutscher Mineralölhändler e. V., Bonn  
BWS Technologie GmbH, Grevenbroich  
BYK Chemie, Wesel  
Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, Harsewinkel  
Cognis GmbH, Düsseldorf  
Colortech Farbpasten GmbH, Mannheim  
Cornpack GmbH & Co. KG, Teterow  
CRB Biomass Research Centre, Perugia, Italien  
Cyprian Ltd., Unterlemnitz  
Daimler AG, Ulm  
DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück  
Degussa AG, Hanau  
DELU AG, Dorsten-Rhade  
Deutsches BiomasseForschungszentrum (DBFZ), Leipzig

DiMatteo Förderanlagen GmbH, Beckum  
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin  
DMT GmbH & Co. KG, Essen  
Dörrenberg Edelstahl GmbH, Engelskirchen  
ecoprog GmbH, Köln  
E&E Verfahrenstechnik GmbH, Warendorf  
Elastogran GmbH, Lemförde  
ENAGRA GmbH & Co.KG, Trier  
ENARO Quarnbeck GmbH, Quarnbek  
EnD-I Loick Bioenergy GmbH, Dorsten  
Enrichment Technology Company Limited (ETC), Jülich  
Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH, Altenberge  
EnviTec Biogas AG, Saerbeck  
E.ON Energie AG, München  
E.ON Energy from Waste GmbH, Hannover  
E.ON Ruhrgas AG, Essen  
Europäische Kommission, Generaldirektion Energie und Verkehr, Brüssel, Belgien  
European Center for Renewable Energy (EEE) Güssing, Österreich  
Evonik Degussa GmbH, Hanau  
Evonik Degussa GmbH, Science to Technology Center, Marl  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Gülzow  
FernUniversität in Hagen, Hagen  
FH Gelsenkirchen, Gelsenkirchen  
FH Münster - Labor für Abfallwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft, Umweltchemie LASU, Münster  
FESTEL CAPITAL, Fügen, Schweiz  
FKuR Kunststoff GmbH, Willich  
Fluent Deutschland GmbH, Darmstadt  
Gaswärme-Institut e.V., Essen  
Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen  
GfEM Biogas GmbH & Co. KG, Finsterwalde  
GKT Gummi- und Kunststofftechnik Fürstenwalde GmbH, Fürstenwalde  
Gostynin Lake District Tourist Communes Association (StowGmin), Lack, Polen  
Green Gas DPB, Paskov, Tschechien  
Hahl Filaments GmbH, Munderkingen  
HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Fachgebiet Technischer Umweltschutz, Göttingen  
H.B. Fuller Deutschland GmbH, Lüneburg  
Hitachi Power Europe GmbH, Duisburg  
Hochtief Aktiengesellschaft, Essen  
Hydrogen Power Inc., Daegu, Korea  
imat-ue GmbH & KG, Mönchengladbach  
Impreglon AG, Lüneburg  
Inde Plastik Betriebsgesellschaft m.b.H., Aldenhoven  
Infracor GmbH, Marl  
Innovene Deutschland GmbH Köln, Köln

Institut für Nichtklassische Chemie e.V., Leipzig  
Institute for Ecology of Industrial Areas (IETU) Katowice, Polen  
INTERSEROH Dienstleistungs GmbH, Köln  
ITE International Tunneling Equipment GmbH, Alsdorf  
ITProtect, Gevelsberg  
IZEG Informationszentrum Entwässerungstechnik Guss e.V., Bonn  
Johnson Controls Interieurs GmbH & Co KG, Grefrath  
Jowat AG, Detmold  
Kayser Automotive Systems, Einbek  
KHT Fahrzeugteile GmbH, Grevenbroich  
Stadt und Landkreis Bamberg, Bamberg  
Lehmann & Voss & Co. KG, Hamburg  
Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH, Oberkirch  
Niederrheinische Fettschmelze Kalkar, Wöllstadt  
Novoplastic GmbH, Mannheim  
nova Institut GmbH, Hürth  
NuTech Solutions GmbH, Dortmund  
Österreichische Akademie der Wissenschaften - Institut für Biophysik und Nanosystemforschung, Graz, Österreich  
Polyplast Müller GmbH, Straelen  
Polysius AG, Beckum  
PUR Technologie Hegemann, Essen  
Ralf Hacker Anlagenbau, Lübbecke  
Ritter-Pen GmbH, Brensbach  
rmp rapid prototyping and manufacturing rpm GmbH, Helmstedt  
Rubotherm Präzisionsmesstechnik GmbH, Bochum  
Ruhr-Universität Bochum, Bochum  
Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik LEAT, Bochum  
Rural Development Initiatives Ltd (RDI), Northumberland, Großbritannien  
RWTH Aachen, Aachen  
S+B Minerals, Marl  
Silcarbon Aktivkohle GmbH, Kirchhundem  
Solex Thermal Science Inc., Zevenaar, Niederlande  
SOLID Composites GmbH, Voerde  
Solvay Fluor GmbH, Frankfurt  
Sprenger GmbH, Moers  
Stadtwerke Duisburg, Duisburg  
Stadtwerke Gronau GmbH, Gronau  
Stadtwerke Strausberg GmbH, Strausberg  
swb-Gruppe, Bremen  
Thermergy AG, Niederlassung Köln, Köln  
Thermoprozess GmbH, Essen  
Thyssen Krupp Bilstein Suspension GmbH, Ennepetal

Thyssen Krupp Xervon Energy, Duisburg  
UBE Engineering Plastics S.A., Düsseldorf  
Universität Leiden - Institute of Chemistry,  
Leiden, Niederlande  
Universität Rostock, Institut Umweltingenieur-  
wesen, Rostock  
Universität Siegen - Institut für Fluid- und Ther-  
modynamik, Siegen  
University College Dublin, School of Agricul-  
ture, Food Science and Veterinary Medicine,  
Dublin, Irland  
Verein zur Förderung der Energie- und Umwelt-  
technik e.V. (VEU e.V.), Duisburg  
Viking GmbH, Langkampfen/Kufstein, Österreich  
Volkswagen AG, Wolfsburg  
Wacker Chemie AG, Werk Burghausen,  
Burghausen  
WAGRO Systemdichtungen GmbH,  
Dortmund  
WEKO-Werkzeuge Kolks GmbH, Bocholt  
WETEC ELEKTROTECHNIK/SYSTEMTECHNIK  
GmbH, Moers  
WiN Emscher-Lippe GmbH, Herten  
WRH Walter Reist Holding LTD, Hinwil, Schweiz  
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie  
GmbH, Wuppertal  
Zwiesel Kristallglas AG, Zwiesel

# FERNSTUDIUM UMWELTWISSENSCHAFTEN (INFERNUM)

## **Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften (infernum)**

### **Dr.-Ing. Wilhelm Althaus**

Einführungskurs Energietechnik  
Kurs »Grundlagen der Energiewirtschaft«  
Kurs »Energieumwandlung und Energietransport«  
Kurs »Analyse von Energieerzeugungsanlagen«  
Kurs »Regenerative Energien«  
Kurs »Gebäudeenergieversorgung«  
Kurs »Energieversorgungssysteme«

### **Dipl.-Ing. Carsten Beier**

Kurs »Analyse von Energieerzeugungsanlagen«

### **Dipl.-Ing. Jürgen Bertling**

Kurs »Technische Herausforderung Altgummi«

### **Dr. rer. nat. Joachim Danzig**

Kurs »Wasser und nachhaltige Wasserwirtschaft«  
Kurs »Abwasser: Entstehung, Eigenschaften und Behandlung«  
Kurs »Spezielle Verfahren der Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung«

### **Dr.-Ing. Görgе Deерberg**

Kurs »Mathematische Methoden und Modelle«  
Kurs »Prozessintegrierter Umweltschutz«  
Kurs »Methoden der Abgasreinigung Teil 1«  
Kurs »Umweltmonitoring – Umweltmesstechnik«

### **Dr.-Ing. Christian Dötsch**

Kurs »Regenerative Energien«

### **Dipl.-Ing. Erich Jelen**

Kurs »Atmosphäre und Klima«  
Kurs »Ökotoxikologie und Umweltmedizin«  
Kurs »Innenraumbelastung und praktische Umweltmedizin«

### **Prof. Dr. rer. nat. Rolf Kümmel**

Einführungskurs Ökologie  
Kurs »Verhalten von Ökosystemen«  
Kurs »Integrierter Umweltschutz«  
Reader »Umweltrisiken«

### **Dr. rer. nat. Thomas Marzi**

Einführungskurs Umweltchemie  
Kurs »Umweltchemie – Grundlagen und Prozesse«  
Kurs »Umweltanalytik«  
Kurs »Verbrennungsprozesse und Umwelt«

Kursbaustein »Der Treibhauseffekt – Eine Exkursion zu den Ursachen einer möglichen globalen Erwärmung«

### **Dr. rer. nat. Ute Merrettig-Bruns**

Einführungskurs Biologie/Umweltbiotechnologie  
Kurs »Grundlagen der Umweltbiotechnologie«  
Kurs »Umweltanalytik«  
Kurs »Biotechnologische Produktionsprozesse«

### **Dr.-Ing. Asja Mrotzek**

Kurs »Kommunale Abfallwirtschaft«

### **Dr.-Ing. Hartmut Pflaum**

Einführungskurs Umweltverfahrenstechnik  
Kurs »Integrierter Umweltschutz«  
Kurs »Innovationsmanagement und -marketing Teil 1 und 2«

### **Dipl.-Ing. Marcus Rechberger**

Kurs »Abfall: Entstehung, Vermeidung, Verminderung, Behandlung«  
Kurs »Kreislaufwirtschaft und Recycling«  
Kurs »Technische Herausforderung Altgummi«

### **Dipl.-Ing. Kerstin Schwarze-Benning**

Kurs »Umweltmonitoring – Umweltmesstechnik«

### **Dr.-Ing. Ulrich Seifert**

Kurs »Anlagensicherheit«

### **Dr. rer. nat. Christoph Unger**

Einführungskurs Umweltchemie  
Kurs »Umweltchemie – Grundlagen und Prozesse«

# LEHRVERANSTALTUNGEN

## Lehrveranstaltungen

### Dipl.-Ing. Carsten Beier

Lehrgang für Immissionsschutzbeauftragte  
»Energieeinsparung und Abwärmenutzung«  
BEW Bildungszentrum für die Entsorgungs-  
und Wasserwirtschaft GmbH, Duisburg

### Dr.-Ing. Görgo Deerberg

Mentoring-Programm »inSight«,  
Fachhochschule Bochum, Fachbereich  
Maschinenbau

»Umweltrisiken«, Prozesstechnik II,  
Ruhr-Universität Bochum

### Dr.-Ing. Christian Dötsch

»Kältetechnik«: Fach für das Allgemeine  
Wahlpflichtmodul im Hauptstudium  
Maschinenbau, Ruhr-Universität Bochum

Teilfach des Wahlmoduls »Angewandte  
Thermodynamik« im Hauptstudium Umwelt-  
technik & Ressourcenmanagement,  
Ruhr-Universität Bochum

### Dr.-Ing. Stephan Kabasci

»Bioverfahrenstechnik in Umweltschutz  
und Produktion I und II«,  
Ruhr-Universität Bochum

### Dr. rer. nat. Ute Merrettig-Bruns

»Grundlagen der Biotechnologie I und II«,  
Ruhr-Universität Bochum

### Dr. rer. nat. Anke Nellesen

»Werkstoffe in der Medizin, Health Care  
Management«  
Hochschule Niederrhein, Krefeld

### Dr.-Ing. Ulrich Seifert

»Sicherheitstechnik (Chemical Plant Safety)«,  
FH Münster (University of Applied Science)

### Dr. rer. nat. Andrea Springer

»Strukturaufklärung«, Wirtschaftsingenieurwe-  
sen (Chemie), Fachhochschule Gelsenkirchen

### Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner

»Wärme- und Stoffübertragung« (Impuls-,  
Wärme- und Stoffübertragung),  
Ruhr-Universität Bochum

»Übung zu Wärme- und Stoffübertragung«,  
Ruhr-Universität Bochum

»Hochdruckverfahrenstechnik:  
Integrierte Hochdruckverfahren«,  
Ruhr-Universität Bochum

Übung zur Hochdruckverfahrenstechnik:  
»Integrierte Hochdruckverfahren«,  
Ruhr-Universität Bochum

»Computeranwendungen in der Hochdruck-  
prozesssynthese«,  
Ruhr-Universität Bochum

Übung zu Computeranwendungen in der  
Hochdruckprozesssynthese,  
Ruhr-Universität Bochum

# MITGLIEDSCHAFTEN

## Mitgliedschaften/Funktionen

### Fraunhofer UMSICHT

- AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Frankfurt am Main
- BBK - Bundesverband biogene und regenerative Kraft- und Treibstoffe e.V., Erkner
- BDE - Bundesverband der deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. - Arbeitskreis »Water and Waste International«, Berlin
- BLOKON Forschungsgemeinschaft Bionik-Kompetenznetz e.V., Berlin
- BLOKON international, Berlin
- BITKOM Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Berlin
- DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Frankfurt am Main
- DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V., Frankfurt
- DKV - Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein
- DVV Deutsche Vereinigung für Verbrennungsforschung e.V., Essen
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- Fachverband Biogas e.V., Freising
- FEE Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., Berlin
- FDBR Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V., Düsseldorf
- GDCh Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V., Frankfurt am Main
- German Water Partnership, Aachen
- Hochschulgesellschaft Oberhausen e.V.
- IVG Interessenverband Grubengas e.V., Rhede
- kunststoffland NRW e.V., Düsseldorf
- The Mini-Waste Faraday Partnership, Chester (GB)
- NiK Netzwerk innovativer Kreislauftechnologien, Dortmund
- Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e.V., Kassel
- vdfb - Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
- VGB PowerTech e.V., Essen

### Fraunhofer-Verbünde und -Allianzen

- Fraunhofer-Verbund Produktion
- Fraunhofer-Allianz Bau
- Fraunhofer-Allianz Energie
- Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten, Prozessen
- Fraunhofer-Allianz SysWasser
- Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

### Althaus, W.

- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- DECHEMA/VDI-GVC-ProcessNet-Fachausschuss »Energieverfahrenstechnik«
- VGB-Fachausschuss »Erneuerbare Energien und dezentrale Erzeugung«
- Arbeitsgruppe Biomasse der EnergieAgentur NRW
- FEE Fördergesellschaft Erneuerbare Energie e. V.

### Backhaus, C.

- IVG Interessenverband Grubengas e. V.

### Beier, C.

- Vorstand Bundesverband für Kraft-Wärme-Kopplung e.V. BKWK

### Bertling, J.

- BLOKON e. V.
- kunststoffland NRW e. V.
- Mitarbeit VDI-Fachbeirat »Bionik«
- Leitung VDI-Fachausschuss »Bionische Materialien und Strukturen« (gemeinsam mit Prof. Dr. Speck)

### Danzig, J.

- Hochschulgesellschaft Oberhausen e. V.

### Deerberg, G.

- Direktorium der FTA Fraunhofer Technology Academy
- Fraunhofer-Gesellschaft Themenverbund NUSIM »Numerische Simulation«
- VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), »Fachausschuss Mischvorgänge«
- Netzwerk Dienstleistungen Oberhausen
- Wissenschaftlicher Beirat des Vereins zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e. V. (VEU), Duisburg
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- DECHEMA
- Beirat des Kompetenzzentrums Biomasse-nutzung Schleswig-Holstein

### Dudlik, A.

- PennWell Deutschland GmbH, Wissenschaftlicher Beirat
- FDBR Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V., Arbeitskreis »Rohrleitungen«

### Fastabend, A.

- »CEN TC 19/TC307 Joint Working Group Biodiesel Test Methods« (CEN-Normungssitzung)

### Gerstenmeier, A.

- Hochschulgesellschaft Oberhausen e. V.

### Heil, V.

- Arbeitsgruppe »Nachhaltige Ressourcenbereitstellung« im Förderprogramm »Optimierung der energetischen Biomassenutzung«

### Hiebel, M.

- Arbeitsgruppe Biomasse der EnergieAgentur NRW
- NiK - Netzwerk innovative Kreislauftechnologien
- VDI-Norm zur Bewertung von Abfallbehandlungsanlagen

### Lohmann, H.

- DECHEMA

### Kabasci, S.

- Fachverband Biogas e. V. - Arbeitskreis »Abfall- und Düngemittelrecht«
- Bundesverband Bioenergie e. V. - Fachausschuss »Gasförmige Bioenergieträger«
- Kompetenznetzwerk Biomasse der EnergieAgentur.NRW
- Vorsitz VDI-Fachbeirat Biotechnologie

### Knermann, C.

- European Thin Client Forum e. V. (ETCF)

### Kraft, A.

- European Biofuels Technology Platform, Workgroup 2 Conversion

### Krassowski, J.

- VDI - Verein Deutscher Ingenieure e. V.

### Marzi, T.

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Bauwesen (NABau)
- VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), »Arbeitskreis Abfallbehandlung«

### Merrettig-Bruns, U.

- ANS-Fachausschuss »Bioabfallkompostierung/Vergärung«
- VDLUFA Arbeitskreis Biogas
- KTBL Arbeitsgruppe Biogaserträge

### Michels, C.

- GRS-Gütegemeinschaft Recyclate aus Standardpolymeren e. V.
- Verein zur Förderung der Kunststofftechnik und des Recyclings e. V.

# MITGLIEDSCHAFTEN UNTERNEHMENS AUSGRÜNDUNGEN

## **Mrotzek, A.**

- VGB European Working Group »Biomass«

## **Nellesen, A.**

- GDCh (Gesellschaft deutscher Chemiker) Fachgruppe »Nachhaltige Chemie«
- DGM, Fachausschuss »Bioinspirierte und interaktive Materialien«
- Fraunhofer-Arbeitsgruppe »Nachhaltigkeit und Forschung«

## **Özgüc, R.**

- Industrie- und Handelskammer Essen, Prüfungsausschuss für Elektroniker

## **Pflaum, H.**

- VDI - Ausschuss Bionik

## **Schulzke, T.**

- DECHEMA
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) DWA-Arbeitsgruppe Arbeitskreis 1.5 »Wasserstoffbasierte Energiekonzepte«
- FEE Fördergesellschaft Erneuerbare Energie e. V. - Arbeitsgruppe »Vergasung von Biomasse« - Arbeitsgruppe »Biogene Gase/Brennstoffzellen«
- Kompetenznetzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff
  - Arbeitskreis »Gesamtsystem«
  - Arbeitskreis »Wasserstoff«
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- VGB PowerTech e. V. VGB-Arbeitskreis »Dezentrale Erzeugung«

## **Schwerdt, P.**

- DECHEMA
- VDI - Verein Deutscher Ingenieure e. V.

## **Seifert, U.**

- Fördergesellschaft für Erneuerbare Energien e. V. (FEE)
- ProcessNet-Arbeitsausschuss »Auswirkungen von Stoff- und Energiefreisetzungen«
- VDI Gesellschaft, Technische Gebäudeausrüstung, Richtlinienausschuss VDI 6019 »Entrauchung«
- VIB Verein zur Förderung von Ingenieurmethoden im Brandschutz e. V., Mitglied des wissenschaftlichen Beirats

## **Springer, A.**

- DECHEMA, Fachsektion Reaktionstechnik
- GDCh (Gesellschaft Deutscher Chemiker), Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Chemie

## **Unger, C.**

- CEN/TF 143 »Organic contaminants (tar) in biomass producer gases«
- DGMK Arbeitskreis »Kohleveredelung«
- FEE Fördergesellschaft Erneuerbare Energie e. V. Arbeitsgruppe »Vergasung von Biomasse«

## **Weidner, E.**

- American Institute of Chemical Engineers
- DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.
- GVC-Fachausschuss »Hochdruckverfahrenstechnik« (Vorsitzender)
- Herausgeberkreis des »Journal of Supercritical Fluids«
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- Vorstand der Adalbert-Raps-Stiftung, Kulmbach
- Wissenschaftsforum Ruhr e. V. Arbeitsgemeinschaft der außeruniversitären Forschungsinstitute im Ruhrgebiet, Essen
- Mitglied im Kuratorium der RWTÜV-Stiftung e. V., Essen
- stellv. Vorsitzender des Vereins zur Förderung der Energie- und Umwelttechnik e. V. (VEU), Duisburg
- stellv. Vorsitzender der Hochschulgesellschaft Oberhausen e. V.
- Mitglied des Kernteams »Produktionsforschung 2020« (Hightech-Strategie der Bundesregierung)

## **Wolf, D.**

- BWE Bundesverband WindEnergie e. V.
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.

## **Unternehmensausgründungen**

### **AIROX GmbH, Alpen**

Systeme zur Sauerstoffanreicherung  
[www.airox.de](http://www.airox.de)

### **Andreas Schröder IT-Consulting GmbH, Schermbeck**

Beratung und Dienstleistung im Bereich der Informations- und Telekommunikationstechnologie

### **A-TEC Anlagentechnik GmbH, Duisburg**

Innovative Lösungen zum Thema Grubengas; Gefahrenabwehr: Analysen, Absaugung, Sicherheitskonzepte; Nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung: Energiekonzepte, Anlagenplanung und -betrieb  
[www.atec.de](http://www.atec.de)

### **Carbon-TF B.V., Venlo, Niederlande**

Handel mit Emissionsrechten

### **DataPool Engineering GmbH, Oberhausen**

Softwareentwicklung, Systemanalyse, EDV-Beratung  
[www.dp-e.de](http://www.dp-e.de)

### **Emissions-Trader ET GmbH, Alpen**

Emissionshandel  
[www.emissions-trader.de](http://www.emissions-trader.de)

### **FKur Kunststoff GmbH, Willich**

Innovative Lösungen zum Thema Kunststoff und Recycling; Zerkleinerungstechnik; Extrusion; Spritzgießen; Elastomerrecycling; Werkstoffanalyse; Prüftechnik; Recyclingkonzepte  
[www.fkur.de](http://www.fkur.de)

### **SOLid Composites GmbH, Voerde**

Kunststoffpulver vom Feinsten! Thermoplastische Beschichtungspulver, Lasersinterpulver, funktionale Füllstoffsysteme  
[www.solidcomposites.de](http://www.solidcomposites.de)

### **VENTAX Big-Bag Network GmbH & Co. KG, Willich**

Big-Bag Reinigungsanlagen, Ein- und Mehrweg Big-Bag; Verpackungssysteme  
[www.ventax.de](http://www.ventax.de)

### **WAGRO Systemdichtungen GmbH, Dortmund**

Quellfähige Polymerdichtungen; Kanal- und Gebäudesanierung; Beratung, Planung und Durchführung; Entwicklung und Produktion von Abdichtungssystemen (Anwendungsgebiet: Ingenieur- und Rohrleitungsbau)  
[www.wagro-systemdichtungen.de](http://www.wagro-systemdichtungen.de)

# MESSEN, VERANSTALTUNGEN, SCHUTZRECHTE

## Beteiligung an Messen und Veranstaltungen 2009

### Veranstaltungen bei/von Fraunhofer UMSICHT:

BIO-raffiniert V – Industrielle Bioraffinerietechnologie, 24.-25. März 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

infernum-Tag 2009 – Umweltwissenschaften im Dialog, 4. April 2009, Hagen, in Kooperation mit Fraunhofer Technology Academy, Fern-Universität in Hagen

Jubiläums-Workshop, 10 Jahre UMSICHT: Zur Sache! »Wir halten nach – Umwelttechnik auf dem Weg zur Nachhaltigkeit?«, 10. Mai 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Rechtsfragen bei der Einspeisung von Biogas in die Gasnetze. 3. Oberhausener Workshop, 15.-16. Juni 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Workshop UMSICHT: Zur Sache! »Energieeffiziente Krankenhäuser III«, 3. September 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Kongress Zukunft Kunststoff-Verwertung – Ressource Kunststoff: Rohstoffe sichern, nutzen und verwerten, 10.-11. September 2009, Stadtwaldhaus Krefeld, in Kooperation mit FKUR Kunststoff GmbH und BKV Plattform für Kunststoff und Verwertung

BIONA-School, 27.-28. Oktober 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen, in Kooperation mit BOKON e. V., gefördert durch das BMBF

nANO meets water, fokussierter Themenachmittag, 26. November 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Workshop UMSICHT: Zur Sache! »Brandaktuell – Emissionsminderung bei Holzöfen«, 3. Dezember 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Ausstellung »Der menschliche Körper – Metamorphosen« - Plastiken von Babette Martini, 5. Februar - 28. März 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Ausstellung »Zeitschichten« des Oberhausener Fotografen Axel Scherer, seit 30. April 2009, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Ausstellung »Eiskalt Arktis und Antarktis« – Fotografien von Brigitte Rühland, 20. August - 19. Januar 2010, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

## Messe- und Veranstaltungspräsentationen

Hannover Messe 2009, 20.-24. April 2009, Hannover

ACHEMA, 11.-15. Mai 2009, Frankfurt

2. NRW-Nanokonferenz 2009, 22.-23. Juni 2009, Dortmund

European Biomass Conference and Exhibition, 29. Juni - 2. Juli, Hamburg

Fachpack, 29. September - 1. Oktober 2009, Nürnberg

POLEKO, 24.-27. November 2009, Poznań, Polen

Euromold, 2.-5. Dezember 2009, Frankfurt

## Schutzrechte 2009

### Erteilte Patente:

Verfahren und Bioreaktor zur Erzeugung eines Biofilms (Wack, H., Pape, Hintemann, Merrettig-Bruns) – Deutschland

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Nanokomposites (Bertling, J., Rechberger, Weidner, Petermann\*) – Europa

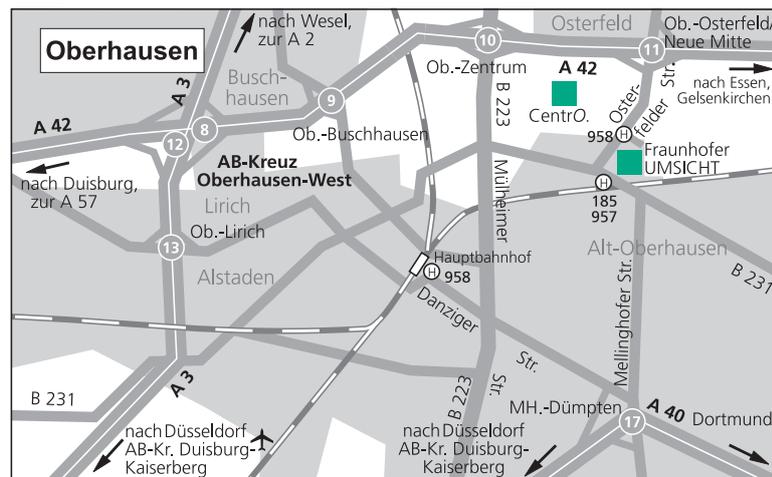
Verwendung von hydrophobiertem Kieselgel als selektives Sorbens zur Entfernung von organischen Siliziumverbindungen (Urban, Unger) – Europa

\* = externer Erfinder

### Eingetragene Marken:

Fuexpress (Wortmarke)  
polymero (Wortmarke, Europäische Gemeinschaftsmarke)  
euCEP (Wortmarke, Europäische Gemeinschaftsmarke)

# ANFAHRT



Fraunhofer UMSICHT liegt außerhalb der Oberhausener Umweltzone und ist über die folgenden Anfahrtswege ohne Plakette zu erreichen:

## Auto

Von der Autobahn A42

### *aus Dortmund kommend:*

Ausfahrt Oberhausen-Osterfeld/Neue Mitte; am Ende der Ausfahrt weiter geradeaus auf die Osterfelder Straße Richtung Neue Mitte bzw. Oberhausen-Zentrum/Essen und der Straße folgen; nach ca. 1,5 km (hinter dem Hinweisschild »Fraunhofer UMSICHT«) nach links abbiegen, nach ca. 100 m rechts und dann rechts auf das Institutsgelände

### *aus Duisburg kommend:*

Ausfahrt Oberhausen-Osterfeld/Neue Mitte; am Ende der Ausfahrt rechts in die Osterfelder Straße Richtung Neue Mitte bzw. Oberhausen-Zentrum/Essen einbiegen und der Straße folgen; weiter s. o.

Von der Autobahn A40

### *aus Dortmund kommend:*

Ausfahrt Mülheim-Dümpten; am Ende der Ausfahrt rechts, an der nächsten Kreuzung links auf die Mellinghofer Straße; an deren Ende links in die Essener Straße. Nächste große Kreuzung rechts in die Osterfelder Straße; an der folgenden Ampel rechts, weiter s. o.

### *aus Duisburg kommend:*

Ausfahrt Mülheim-Dümpten; am Ende der Ausfahrt links, an der nächsten Kreuzung links auf die Mellinghofer Straße; weiter s.o.

## Bahn

Ab Oberhausen Hauptbahnhof zu Fraunhofer UMSICHT mit den Buslinien 185 (Richtung Essen Borbeck Bf.), 957 (Richtung Sterkrade Bf.) oder 958 (Richtung Oberhausen Spechtstraße) bis zur Haltestelle »UMSICHT«.

## Flugzeug und Bahn/Auto

Ab Flughafen Düsseldorf von »Terminal A/B/C« mit dem Sky Train bis »Düsseldorf Flughafen Bf.«, hier mit dem RE (Regionalexpress) bis Oberhausen Hbf, weiter: siehe Bahn.

Oder mit dem Auto vom Flughafen Düsseldorf auf die Autobahn A44 bis zum Kreuz Düsseldorf-Nord; weiter auf der A52 Richtung Essen/Oberhausen; am Autobahnkreuz Breitscheid weiter auf der A3 Richtung Oberhausen bis zum Kreuz Oberhausen-West; dort auf die A42 bis zur Abfahrt Oberhausen-Osterfeld/Neue Mitte; weiter: siehe Auto.

## Adresse

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

Institutsleiter:

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner

Stellvertretender Institutsleiter:

Dr.-Ing. Görgе Deерberg

Osterfelder Straße 3

46047 Oberhausen

Telefon: + 49 208 8598-0

Telefax: + 49 208 8598-1290

Internet: [www.umsicht.fraunhofer.de](http://www.umsicht.fraunhofer.de)

E-Mail: [info@umsicht.fraunhofer.de](mailto:info@umsicht.fraunhofer.de)

Ihr Weg zu uns online:

[www.umsicht.fhg.de/profil/anfahrt/index.php](http://www.umsicht.fhg.de/profil/anfahrt/index.php)

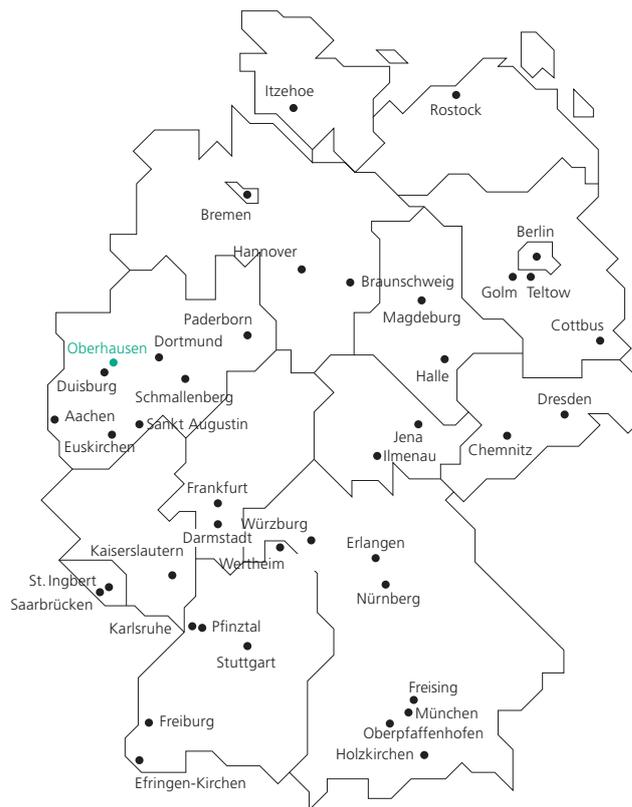
# DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 59 Institute. 17 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,6 Milliarden Euro. Davon fallen 1,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess



Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die

Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.

# DAS KURATORIUM



**Ernst Gerlach**  
Kuratoriumsvorsitzender  
NRW.BANK,  
Mitglied des Vorstandes



**Dr.-Ing. Gerd Jäger**  
RWE Power AG,  
Mitglied des Vorstandes



**Dr.-Ing. Gunnar Still**  
ThyssenKrupp Steel AG,  
Direktionsbereich  
Umweltschutz,  
Senior Vice President



**Hubert Loick**  
Stellv. Kuratoriumsvorsitzender  
Loick AG für nachwachsende  
Rohstoffe, Vorsitzender des  
Vorstandes



**Dr.-Ing. Thomas Mathenia**  
Energieversorgung  
Oberhausen AG, Mitglied des  
Vorstandes



**Udo Völker**  
MAN Ferrostaal AG,  
Generalbevollmächtigter



**Burkhard Drescher**  
Burkhard Drescher  
Consulting (BDC)



**Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Melin**  
RWTH Aachen, Leiter des  
Instituts für Verfahrenstechnik



**Dr.-Ing. Wilhelm Wick**  
ehem. RWTÜV AG,  
Vorstandsvorsitzender



**Dr. Jochen Hamatschek**  
ehem. Westfalia Separator Food  
Tec GmbH,  
Geschäftsführer



**Prof. Dr.-Ing. Volker Pilz**  
ehem. Direktor für Sicherheit  
der Bayer AG



**Prof. Dr.-Ing.  
Sabine Grüner-Richter**  
Hochschule Weihenstephan,  
Triesdorf



**Dr. Franz-Josef Renneke**  
Bayer Schering Pharma AG,  
Werksleiter



**Prof. Dr.-Ing. Helmut Hoyer**  
FernUniversität in Hagen,  
Rektor



**Dr.-Ing. Andreas Schütte**  
Fachagentur Nachwachsende Roh-  
stoffe e. V. (FNR), Geschäftsführer

# IMPRESSUM

## DIE INSTITUTSLEITUNG

### Institutsleiter:

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner



### Stellvertretender Institutsleiter:

Dr.-Ing. Görgo Deerberg



### Herausgeber und Selbstverlag:

Fraunhofer-Institut für Umwelt-,  
Sicherheits- und Energietechnik

UMSICHT

Osterfelder Straße 3

46047 Oberhausen

Telefon 0208 8598-0

Telefax 0208 8598-1290

[www.umsicht.fraunhofer.de](http://www.umsicht.fraunhofer.de)

[info@umsicht.fraunhofer.de](mailto:info@umsicht.fraunhofer.de)

### Redaktion:

Dipl.-Chem. Iris Kumpmann  
(verantwortliche Redakteurin)

### Lektorat:

Manuela Rettweiler M. A.

Dr. Joachim Danzig

### Satz:

Dipl.-Des. (FH) Barbara Vatter

### Druck:

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

### Bildquellen:

Agentur für Erneuerbare Energien,  
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de): S. 84/85

Quelle: PHOTOCASE

S. 8, S. 16, S. 27, S. 36, S. 37, S. 38, S. 48,  
S. 50, S. 51, S. 60, S. 102

[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com)

S. 9, S. 32, S. 33, S. 59, S. 74, S. 75, S. 76,  
S. 78, S. 82, S. 98, S. 100, S. 102, S. 104,  
S. 106

alle übrigen Abbildungen:  
Fraunhofer UMSICHT

© Fraunhofer UMSICHT

Alle Rechte vorbehalten. Benutzung  
von Fotos, Grafiken und Text in jeg-  
licher Form, auch auszugsweise, nur  
mit schriftlicher Genehmigung der  
Redaktion.



