

DBU AKTUELL



Informationen aus der Fördertätigkeit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Deutscher Umweltpreis geht an Prof. Claus Mattheck und Hermann Josef Schulte

Den mit 500.000 Euro höchstdotierten Umweltpreis Europas teilen sich Prof. Dr. Claus Mattheck, Leiter der Abteilung Biomechanik am Forschungszentrum Karlsruhe, und Hermann Josef Schulte, Gründer und Geschäftsführer der HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co KG (Menden). Auch in diesem Jahr wird Bundespräsident Johannes Rau den Deutschen Umweltpreis überreichen. Die feierliche Preisübergabe findet am 26. Oktober 2003 in der Stadthalle Osnabrück statt. Prof. Mattheck erhält

die von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt vergebene Auszeichnung für seine Arbeiten zur Übertragung von Naturprinzipien in technische Produkte (Bionik) sowie für seine Leistungen im Baumschutz. Schulte erhält den Preis für Forschung und Entwicklung umweltfreundlicher Abgastechnologien im Fahrzeugbau, speziell für die Entwicklung eines Partikelfilters für Dieselmotoren (ausführlicher Bericht folgt in der nächsten Ausgabe von DBU aktuell).



Prof. Dr. Claus Mattheck



Hermann Josef Schulte

Biotechnica: DBU mit großem Engagement dabei

Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten will die internationale Leitmesse der Biotech-Branche, die „Biotechnica“, Impulse geben und Akzente setzen. Zu der im zweijährigen Rhythmus stattfindenden Veranstaltung erwarten die Organisatoren vom 7. bis 9. Oktober 2003 über 1.000 Aussteller aus 24 Nationen auf dem Messegelände in Hannover. Das anspruchsvolle Rahmenprogramm der Leistungsschau enthält unter anderem Workshops und Symposien zu den Themen Stammzellenforschung, Mikrotechnik und Nanobiotechnologie. Vertreten sein auf der Messe wird auch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit einem großen Gemeinschaftsstand, auf dem neun Mitaussteller ihre Kooperationsprojekte präsentieren (Aussteller siehe Kasten). Inhaltlicher Schwerpunkt des Messeauftritts sind das Auffinden und Optimieren neuartiger Enzyme mit industriell relevanten Eigenschaften sowie die gleichzeitige Entwicklung effizienter Produktionsverfahren. Dabei spielen die von der DBU ins Leben gerufenen und unterstützten Initiativen „Verbund Biokatalyse“ sowie

das „InnovationsCentrum Biokatalyse“ – kurz: ICBio – eine zentrale Rolle. Während der Verbund Biokatalyse einen in sich abgeschlossenen Forschungsverband darstellt, der bereits seit dem Jahr 2000 durch die DBU unterstützt wird, handelt es sich bei ICBio um ein für Interessierte weiterhin offenes Programm der DBU im Bereich „Integrierte Biotechnologie“.

Die Bedeutung dieser Initiativen wird anhand einiger Angaben deutlich: Rund 90% aller Chemieprodukte durchlaufen bei ihrer Herstellung ein katalytisches Verfahren. Häufig nimmt man dabei hohe Mengen an teuer zu entsorgenden Abfällen sowie hohe Aufwendungen für Arbeits- und Gesundheitsschutz in Kauf. Zudem bedingen die Anforderungen an die Produktreinheit sehr energie-, stoff- und zeitaufwendige Nachreinigungen. Die Verfahren sind überdies durch den Einsatz von Lösemitteln und toxischen Katalysatoren gekennzeichnet. Hier stellt die Verwendung von Biokatalysatoren sowohl in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht eine interessante Verfahrensalternative dar. Die OECD bezifferte den Weltmarkt für industrielle Enzyme von 1995 bis 2000 in einer nach wie vor aktuellen Untersuchung aus dem Jahr 1998 auf rund 1 Mrd. US-Dollar, wobei sie eine jährliche Steigerungsrate von 10% prognostizierte.

Blick ins Chemielabor: Klassischen chemischen Katalysatoren sind biotechnologisch hergestellte oftmals überlegen. Auf der Biotechnica werden dafür zahlreiche Beispiele präsentiert.

BIOTECHNICA 2003

13th INTERNATIONAL TRADE FAIR FOR BIOTECHNOLOGY
HANNOVER, GERMANY • 7-9 OCTOBER 2003

Die Mitaussteller auf dem DBU-Gemeinschaftsstand

- AMINO, Frellstadt
- ASA Spezialenzyme, Wolfenbüttel
- Bio-Ingenieurtechnik, Leipzig
- B.R.A.I.N., Zwingenberg
- Greibo-Chemie, Velten
- Hölle&Hüttner, Tübingen
- Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik, TU München
- Lehrstuhl für Techn. Biochemie, Uni Saarland
- Techn. Mikrobiologie, TU Hamburg-Harburg

DBU aktuell stellt einige der DBU-Biotechnica-Projekte in dieser Ausgabe vor (siehe Seite 2).

Verantwortlich: Dr. Rainer Erb

E-Mail: r.erb@dbu.de

<http://www.biotechnica.de>

<http://www.biokatalyse.de>

<http://www.icbio.de>

Themen:

- | | |
|---|---|
| • Alte Mikroorganismen | |
| – neue Wirkstoffe | 2 |
| • Kühlschmierstoffe aus Altfett | 2 |
| • Kein Diesel ohne Filter | 3 |
| • DBU-News, Publikationen, Terminvorschau | 4 |





„Alte“ Mikroorganismen – „neue“ Wirkstoffe

Die moderne Medizin benötigt laufend neuartige Wirkstoffe. Zum Beispiel, um Erreger bekämpfen zu können, die gegen Antibiotika resistent sind oder für den Einsatz in effizienten Krebstherapien. Über 30 % aller Neuzulassungen der weltweit bedeutendsten Medikamente



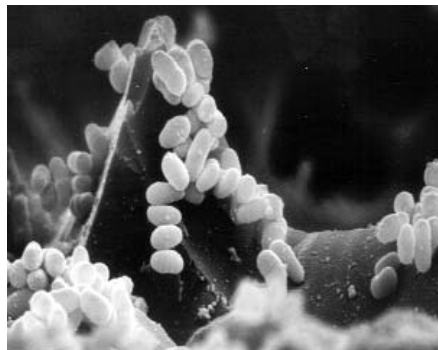
Unter anderem beispielsweise aus solchen Sintern werden extremophile Mikroorganismen isoliert.

entfallen auf Naturstoffe. In den letzten Jahren gewinnen als Wirkstofflieferanten bevorzugt Mikroorganismen an Bedeutung, die in den unwirtlichsten und ursprünglichsten Milieus der Erde leben. Wo andere Organismen nicht existieren können, sind sie zu finden: In der Tiefsee bei Drücken von mehreren 100 bar, in heißen vulkanischen Quellen bei über 100 °C, in kalten Regionen oder in Salzseen. Mikroorganismen aus derart extremen Lebensräumen (Extremophile) können im Labor häufig nur schwer unter Bedingungen gehalten werden, die es erlauben, bioaktive Naturstoffe langfristig in gleichbleibender Qualität und ausreichender Menge zu isolieren. Als Basis für neue Medikamente sollen diese Substanzen jedoch ohne wiederholte Probensammlung in der Natur gewonnen werden. Um dies zu gewährleisten, werden im Rahmen eines Forschungsprojekts unter Leitung der B.R.A.I.N. AG so genannte Hochleistungsstämme entwickelt und eingesetzt. Deren Stoffwechselprodukte werden nach ersten Tests gemäß ihrer Wirksamkeit eingeordnet und chemisch-biologisch untersucht. Die genetische Information, die den besonderen Stoffwechselwegen und Biosyntheseleistungen der Mikroorganismen zugrunde liegt, wird in so genannten Genombanken erfasst. Darüber hinaus werden die isolierten Gene in leicht zu handhabende Wirtsorganismen wie das Bakterium *Streptomyces* übertragen. Hier sorgen sie für die Synthese jener Substanzen, die ursprünglich aus Extremophilen gewonnen wurden.

<http://www.brain-biotech.de>

Mikrobielle Aminosäure-Produktion

Die Aminosäure L-Serin stellt ein interessantes Produkt für die Pharma- und Nahrungsmittelindustrie dar. In hochreiner Form dient sie beispielsweise als Zusatz von Infusionslösungen. Bisher wird L-Serin hauptsächlich durch saure Hydrolyse (Spaltung) aus tierischen oder pflanzlichen Rohstoffen gewonnen. Dabei fallen große Abfall- und Abwassermengen an. Ziel eines Projekts des Forschungszentrums Jülich war es, ein biotechnologisches Verfahren zur gezielten Herstellung der Aminosäure L-Serin aus dem nachwachsenden Rohstoff Glukose zu erarbeiten. Dabei werden spezielle Bakterienstämme genutzt. Neben dem gewünschten Produkt L-Serin fällt lediglich kompostierbare Biomasse als Reststoff an. Dieses neu entwickelte fermentative Verfahren



Corynebacterium glutamicum – hier eine raster-elektronenmikroskopische Aufnahme – wird zur Herstellung der Aminosäure L-Serin eingesetzt.

wurde mittels Ökobilanzierung mit dem konventionellen Herstellungsverfahren verglichen. Es zeigte sich, dass das fermentative Verfahren gegenüber dem Verfahren der sauren Hydrolyse sowohl ökonomisch als auch ökologisch (Energiebedarf, Wasserbedarf, Abwasser, Treibhauseffekt) zu bevorzugen ist. Dies führte bei der als Industriepartner beteiligten AMINO GmbH zu der Entscheidung, zukünftig das fermentative Verfahren anzuwenden und die mikrobielle L-Serin-Produktion mit Hilfe des Bakterien-Wildtypstamms *Corynebacterium glutamicum* in den Produktionsmaßstab zu überführen.

<http://www.fz-juelich.de/ibt/ibt-1.html>

Kühlschmierstoffe aus Altfetten

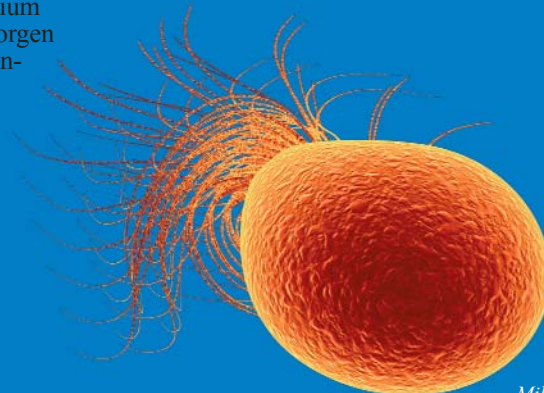
In der metallverarbeitenden Industrie werden Mineralölprodukte zum Kühlen und Schmierern der Bearbeitungsmaschinen beziehungsweise Werkstücke eingesetzt. Diese „Kühlschmierstoffe“ sind in der Regel nicht biologisch abbaubar und gelten als Sondermüll. Auf der anderen Seite fallen in zahlreichen Industriezweigen Friteusefette, Back-, Brat- und Grillfette sowie Öle an. Die Verwertung dieser „Altfette“ ist nur unbefriedigend gelöst. Neben dem Einsatz von Altfetten in der Biodieselproduktion ist die Herstellung biologisch abbaubarer Schmierstoffe eine interessante Verwertungsalternative.



Die wichtigsten Komponenten der enzymatischen Herstellung von Esterölen aus Altfetten

Basis dieser Schmierstoffe sind Esteröle, die in einer chemischen Reaktion aus Fett und Alkohol gebildet werden. Ziel des Projekts der GREIBO-Chemie GmbH mit den Kooperationspartnern Volkswagen AG, CASTROL Industrieöle GmbH, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung sowie der TU Braunschweig, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, ist es, preisgünstige Alternativen der Esterherstellung zu entwickeln. Die bisher bekannte chemische Reaktion (Alkoholyse), die Fett und Alkohol zu Esterölen umsetzt, läuft nur bei hohen Temperaturen um 250 °C, hohen Drücken und unter Verwendung von Katalysatoren ab. Im Rahmen dieses Projekts ist es gelungen, die Reaktion in einem einstufigen enzymatischen Prozess bei Temperaturen von 50-70 °C mit hohen Umsatzraten durchzuführen. Durch die Kombination unterschiedlicher Modell- und Altfette mit verschiedenen Alkoholen wurden 35 Esteröle hergestellt und analysiert. Anhand von Kennzahlen, der Umsatzraten und der Alkoholpreise wurden drei Esteröle aus Altfett, Erdnussfett und Tierfett ausgewählt, die in größeren Mengen im 100-Liter-Reaktor hergestellt werden sollen. Im Anschluss an Voruntersuchungen erfolgt der versuchsweise Einsatz in der Serienfertigung von PKW-Komponenten bei der Volkswagen AG. Parallel zu den technologischen Untersuchungen des neuen biotechnologischen Verfahrens wird in einem weiteren DBU-geförderten Projekt der gesamte Lebensweg des Produkts „Kühlschmiermittel“ ökobilanziert.

<http://www.greibo-chemie.de>



Mikroorganismus „Pyrococcus“

Thema Kulturgüterschutz findet große Resonanz

Mit über 200 Teilnehmern war die diesjährige 9. Internationale Sommerakademie in Ostritz/St. Marienthal Mitte Juli (siehe DBU aktuell 06/03 und 09/03) die am besten besuchte Sommerakademie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) überhaupt. Das Akademiethema „Nachhaltiger Schutz des kulturellen Erbes – Umwelt und Kulturgüter“

gestaltete sich für die Teilnehmer aus Wissenschaft, Wirtschaft, Denkmalpflege, Naturschutz, diversen anderen Behörden und Verwaltungen sowie für DBU-Stipendiaten aus Deutschland und Polen gleich aus mehreren Gründen als besonders attraktiv. Zum einen wegen der hochkarätigen Referenten,

darunter Dr. Johanna Leissner (EU-Kommission), Dr. Mechthild Rössler vom UNESCO World Heritage Centre und Prof. Dr. Karl-Heinz Becker (Uni Wuppertal), der über den Ferntransport von Schadstoffen in der Atmosphäre sowie die verstärkt biotischen Vorgänge an Denkmälern durch Ablagerungen von flüchtigen organischen Verbindungen



Der Fürst-Pückler-Park von Bad Muskau, eines der Exkursionsziele der diesjährigen Sommerakademie, hat gute Chancen in das UNESCO-Weltkulturerbe aufgenommen zu werden.

(VOC) berichtete. Zum anderen wegen der ausgefallenen Exkursionsmöglichkeiten: In Bad Muskau beispielsweise konnte der Pückler-Park auch auf polnischer Seite begangen werden. Schließlich waren auch die zahlreichen Diskussionsrunden und Workshops ein besonderer Anziehungspunkt für die Teilnehmer. Konsens der hochkarätig besetzten

Podiumsdiskussionsrunde am letzten Akademietag war dabei unter anderem, dass Denkmalpfleger eine aggressive und breitere Öffentlichkeitsarbeit für „ihre Denkmäler“ machen sollten, um die Menschen zu mehr Engagement im Erhalt der Kulturgüter zu motivieren. Als posi-

tives Beispiel nannte DBU-Generalsekretär Dr. Fritz Brickwedde hier den Einsatz der Halberstädter Bürger für „ihre“ Martinikirche. Der Gastgeber erhielt im Verlauf der Akademie zahlreiche Anregungen für seine weitere Förderfähigkeit: So müsse der Aspekt Vorsorge, aber auch die Nachkontrolle in Zukunft mehr Beachtung finden.

Nachhaltigkeit im Chemie-Praktikum

Nachhaltigkeit in der Chemie erfordert unter anderem, dass die traditionellen Lehrinhalte des Chemieunterrichts an Schulen und Universitäten erweitert werden. Für das organisch-chemische Grundpraktikum hat ein Team aus den sechs Universitäten Braunschweig, Bremen, Jena, München, Oldenburg und Regensburg eine Materialsammlung

erarbeitet, die den klassischen Lehrplan mit Aspekten der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes und der Ökotoxikologie verbindet. Das Angebot richtet sich an Praktikumsleiter und Lehrende, die für die praktische organisch-chemische Ausbildung an Universitäten, Fachhochschulen und Berufsschulen

verantwortlich sind. Entstanden ist kein Lehrbuch oder Skript, sondern eine interaktive Datenbank. Das neue Praktikum soll helfen, den folgenden Wissenschaftlergenerationen Inhalte und Werkzeuge einer nachhaltigeren Chemie zu vermitteln.

<http://www.oc-praktikum.de>



Nachhaltiges Chemiepraktikum mit Informationen zu Umweltschutz und Toxikologie

Kampagne: Kein Diesel ohne Filter



Einige Diesel-Pkw werden bereits ohne Aufpreis mit Rußfiltern angeboten.

In einem breiten Aktionsbündnis von Umweltbundesamt, dem Verkehrsclub Deutschland (VCD), dem Deutschen Kinderschutzbund sowie den Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden wird derzeit die Aktion „Kein Diesel ohne Filter“ durchgeführt. Die Initiative wird von der Deutschen Bundesstiftung

Umwelt gefördert. Sie setzt sich dafür ein, alle neuen Diesel-Pkw in Deutschland nur noch mit Rußfiltern in den Verkauf zu bringen.

Mit der Verleihung des diesjährigen Umweltpreises an Hermann Josef Schulte von der Firma HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co. (Menden), einen

der führenden Entwickler und Hersteller von Dieselpartikelfiltern in Deutschland, gewinnt das Thema besondere Aktualität (siehe Seite 1). Die Deutsche Umwelthilfe fordert gemeinsam mit ihren Partnern 13.800 Gemeinden dazu auf, per Beschluss des Gemeinderates beim Kauf von neuen Pkw mit Dieselmotor ausschließlich Fahrzeuge mit Partikelfilter zu berücksichtigen; zudem soll diese Entscheidung den bisherigen Lieferanten beziehungsweise Autohäusern als offizieller Beschluss des Gemeinderates mitgeteilt werden. Mit dieser Aktion hoffen die Projektpartner, durch möglichst viele entsprechende Gemeinderatsentscheidungen mit dazu beizutragen, die Meinungsbildung bei den Automobilunternehmen zu beschleunigen, noch in diesem Jahr für alle Diesel-Pkw den Partikelfilter anzubieten. In zahlreichen Rückmeldungen wurde die Umsetzung dieses Beschlusses bereits durch die Gemeinden angekündigt. Eine Liste der derzeit lieferbaren Diesel-Pkw mit Partikelfilter von bislang sechs Pkw-Herstellern findet sich unter:

<http://www.duh.de>

E-Mail: info@duh.de

News aus dem Kuratorium und der Geschäftsstelle

Ausstellung in der DBU-Geschäftsstelle

Anfang September fand in der DBU-Geschäftsstelle die Vernissage zur Ausstellung „UM sich der WELT BEWUSST zu SEIN“ statt. Die Arbeiten der Acrylmalerin Ulla Voßgröne aus



Grasberg (bei Bremen) sind noch bis 31. Oktober 2003 in der DBU-Geschäftsstelle (Osnabrück, An der Bornau 2) zu sehen. Die Künstlerin setzt sich in ihren überwiegend abstrakten und großformatigen Arbeiten sowohl mit dem Schöpfungsgedanken als auch mit den

Umweltmedien Wasser, Boden und Luft auseinander. +++

ZUK mit neuer Solaranlage

Als erstes Gebäude in Deutschland erhielt das Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK) Anfang September eine Vakuumröhrenkollektoranlage mit Borosilikatglas der Firma Schott. Die neue



solarthermische Anlage, installiert auf dem Dach des Tagungsgebäudes, unterstützt die Heißwasseraufbereitung sowie die Fußbodenheizung des ZUK. Nach Herstellerangaben erbringt sie einen um den Faktor 1,5 höheren Ertrag als konventionelle Anlagen. Bei der Inbetriebnahme (v.l.): Verwaltungsleiter

Michael Dittrich, Generalsekretär Dr. Fritz Brickwedde und Thomas Kuckelkorn (Schott). +++

Dr. Brickwedde erhält „Goldenes Lindenblatt“

Für sein Engagement um Pflege und Erhalt von Park- und Kulturlandschaften, speziell in Ostdeutschland, hat DBU-Generalsekretär Dr. Fritz Brickwedde (links) den Kulturpreis der Deutschen Gesellschaft für Gartenkunst und Landschaftskultur (DGGL) das „Goldene Lindenblatt“ erhalten. Deren Präsident, Prof. Dr. Kaspar Klaffke, überreichte die Auszeichnung Mitte September im Rahmen eines Festaktes mit Fachtagung im Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK/Osnabrück). Seit ihrer Gründung hat die DBU



5,9 Mio. Euro in 41 Projekte zum Erhalt von Park- und Kulturlandschaften investiert. +++

Publikationen

Vor-Ort-Analytik im Fokus

Das zum zweiten Mal im vergangenen Jahr veranstaltete Symposium zur Vor-Ort-Analytik wurde mit dem Ziel durchgeführt, der Fach-

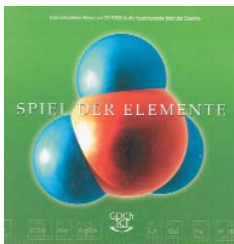


welt innovative Verfahren und Methoden sowie bereits in der Anwendung befindliche Feldmessverfahren zur Erkundung von Altstandorten vorzustellen. Die Vorträge dieser Veranstaltung liegen nun in Buchform

mit dem Titel „Vor-Ort-Analytik für die Erkundung von kontaminierten Standorten“ vor. Es werden sowohl der rechtliche Rahmen für den Einsatz von Feldmesstechniken sowie die Anforderungen und bisherigen Erfahrungen in Hinsicht auf die Qualitätssicherung behandelt. Darüber hinaus präsentiert der Band messtechnische Grundlagen und Trends, vor allem bezüglich nutzbarer Sensortechnik und Mikrosysteme. Anhand ausgewählter Praxisbeispiele werden Vor-Ort-Messtechniken im Katastrophenschutz und bei der Erkundung von Altstandorten aufgezeigt. Zu kurz kommt auch eine kritische Betrachtung der Grenzen der Vor-Ort-Analytik nicht. Herausgeber: Reihe „Initiativen zum Umweltschutz, Band 54“; Erich Schmidt Verlag; 212 Seiten; 29,80 Euro; ISBN 3-503-07450-3

CD-ROM: Spiel der Elemente

Das JungChemikerForum (JCF) hat zum diesjährigen Jahr der Chemie eine CD-ROM mit dem Titel „Spiel der Elemente“ konzipiert und realisiert, die die modernen Methoden der Chemie-



didaktik darstellt. Darüber hinaus enthält sie viel Interessantes, Wissenswertes und Witziges rund um die „Welt“ der Chemie. Für dieses vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft ausgezeichnete Projekt konnten die Firmen BASF, Bayer, Degussa, Wiley-VCH und das Deutsche Museum als Kooperationspartner gewonnen werden. Zu den Förderern des Projekts gehört auch die DBU. Die CD-ROM ist auf der Website des Jungchemikerforums unter <http://www.jungchemikerforum.de/bund/> – Schaltfläche „Projekte“ kostenfrei sowie online verfügbar.

Terminvorschau

Pro & Contra Wassersparen

„Wasser sparen – ein Gewinn oder Verlust für den Verbraucher?“ unter diesem Motto steht die 13. Fachtagung „Umweltverträgliches Wirtschaften“, die am 5. und 6.

November 2003 im Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK/Osnabrück) stattfindet. Veranstalter sind: das Centrum für Umwelt und Technologie (CUT), die RIS-Transferstelle für produktionsintegrierten Umweltschutz, der VDI Osnabrück-Emsland sowie die Stadtwerke Osnabrück. Die Veranstaltung steht unter der Schirmherrschaft von Niedersachsens Umweltminister Hans-Heinrich Sander. Referenten und Teilnehmer bilanzieren die positiven wie negativen Auswirkungen des Trinkwassersparens. Weitere Informationen und Anmelde-möglichkeit unter:



<http://www.dbu.de/calendar/>

Symposium zu biozidfreien Schiffsanstrichen

Auf der internationalen Tagung „Biozidfreie Antifouling für die Seeschifffahrt“ am 17. und 18. November 2003 werden die Ergebnisse des von der DBU geförderten, gleichnamigen Forschungsprojekts vorgestellt. Das zweitägige Symposium findet im Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK/Osnabrück) statt und wird gemeinsam von WWF, Limmomar und DBU veranstaltet.

Die Tagungssprache ist englisch. Nähere Einzelheiten sowie die Möglichkeit zur Online-Anmeldung bis 31.10.2003 unter: <http://www.dbu.de/foulingrelease>. Die Teilnahmegebühr beträgt 150.- Euro.



Impressum

Herausgeber: Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU; An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Telefon: 0541-9633-0, Fax: 0541-9633-190 Internet: <http://www.dbu.de>
Redaktion: Stefan Rümmele, Zentrum für Umweltkommunikation der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gGmbH ZUK, An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Telefon: 0541-9633-962, Telefax: 0541-9633-990 E-Mail: zuk-info@dbu.de
Verantwortlich: Dr. Markus Große Ophoff (ZUK)
Erscheinungsweise: monatlich (Doppelausgabe: Juli/August)
Adresse für Bestellungen und Adressänderungen ist die Redaktionsanschrift, kostenlose Abgabe
Gestaltung: Birgit Majewski (ZUK)
Bildnachweis: S. 2 links: TUHH Technische Mikrobiologie
Satz: ZUK, Druck: Steinbacher Druck GmbH, Osnabrück



Gedruckt mit ÖkoPLUS-Druckfarben ohne Mineralöle auf einem Papier, das zu 100 % aus Altpapier hergestellt wurde.