

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

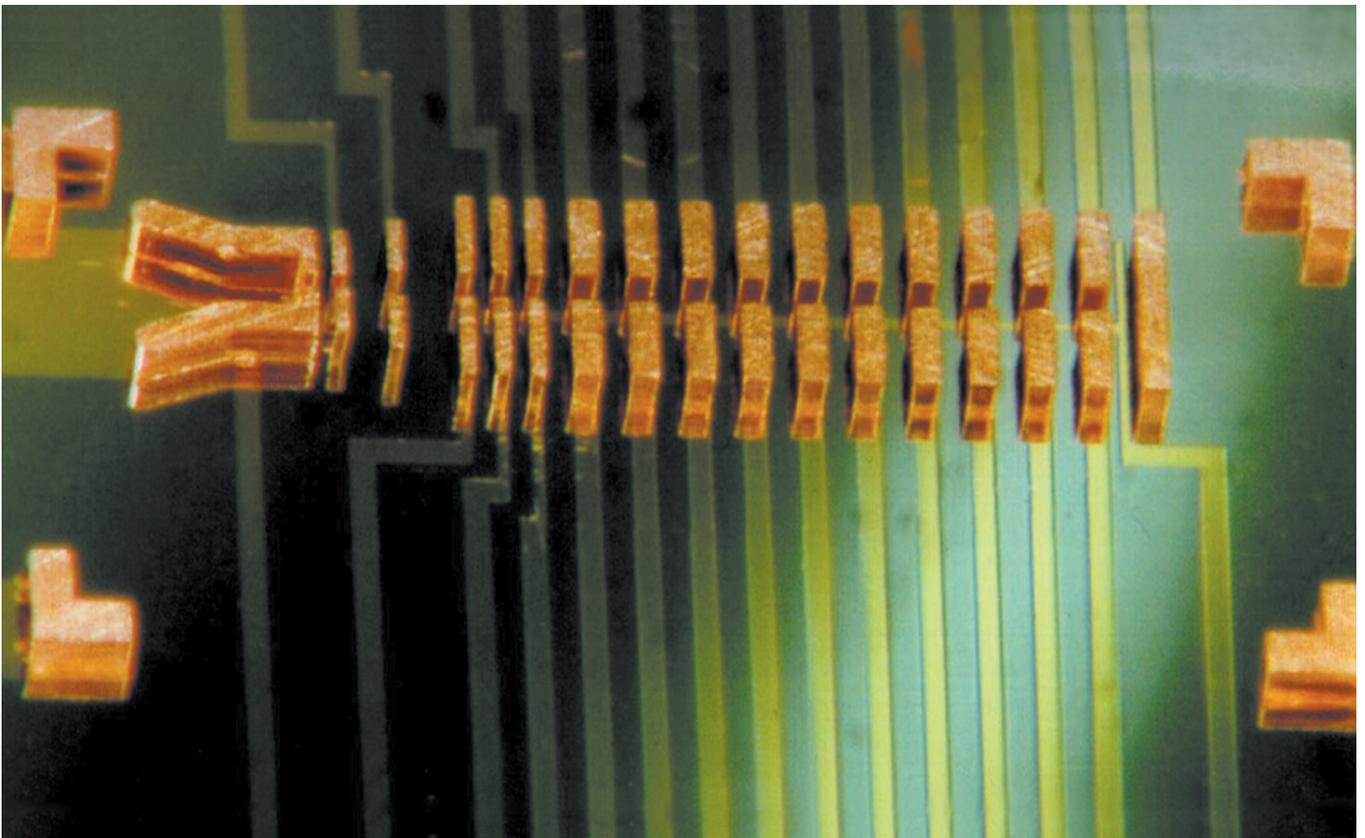
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Mini-Massenspektrometer
- Historischer Bleibergbau
- Mikro- und Nanostrukturen in Kunststoffen
- Analytica

Der „Achema XI“-Bericht von 1955 zeigt:

Massenspektrometer verdienten ihren Namen auch äußerlich

Eine völlige Neuerscheinung stellt der Monitor dar, der Massenspektrograph der *Atlas-Werke* Bremen. Als Gerät zur Analyse ist der Massenspektrograph bei uns vor allem in der Isotopenforschung bekannt. In USA verwendet man ihn aber bereits mit großem Erfolg in der technischen Analyse, und zwar vor allem bei der Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Erdölindustrie. Die zu untersuchenden Substanzen werden zunächst verdampft und dann in einer Anregungskammer elektrisch aufgeladen (= ionisiert). Infolge dieser Ladung können sie dann von einer stark positiv geladenen Anode angezogen werden. Durch geeigneten Bau des Gerätes erreicht man, daß die Teilchen an der Anode vorbeifliegen und als „Ionenstrahl“ ein Magnetfeld durchlaufen, in dem sie je nach ihrer Masse verschieden stark abgelenkt werden. Schließlich treffen sie an verschiedenen Stellen auf eine Fängerelektrode auf. Dort geben sie ihre Ladung wieder ab. Es ist leicht einzusehen, daß die transportierte Ladung der auf eine bestimmte Stelle auftreffenden Teilchenzahl proportional sein muß. Man darf also aus dieser direkt wieder auf den Prozentgehalt der betreffenden Stoffe in der Ausgangssubstanz schließen. Die Stelle, an der ein unbekanntes Teilchen auf die Fängerelektrode auftrifft, ist zugleich abhängig von seinem Teilchengewicht (genau genommen gilt das nicht streng, aber der Monitor ist so eingestellt, daß es gelten darf). Die Analyse im Massenspektrograph gibt also gleichzeitig mit der prozentualen Zusammensetzung eines Gemisches auch das Molekulargewicht seiner Komponenten.

Der Anwendungsbereich des Monitors reicht von Wasserstoff-Molekül bis zu einem Molekulargewicht von etwa 80. Die Fängerelektrode ist fünffach unterteilt, so daß in einer Probe 5 Substanzen bestimmt werden können. Allerdings nicht gleichzeitig. Ein eingebauter Programmschalter ermöglicht es aber, nacheinander 5 beliebig einstellbare Punkte abzutasten und damit 5 durch ihr Molekulargewicht unterschiedene Verbindungen zu bestimmen. Der Monitor ist zunächst für die Erdölindustrie gebaut. Voraussetzung für die Verwendung auch für andersartige analytische Probleme ist, daß die Analysenprobe unzersetzt in den gasförmigen Zustand übergeführt werden kann, und daß die zu analysierenden Gemische aus Komponenten verschiedener Masse (verschiedenen Molekulargewichtes) bestehen. Zur Bestimmung von Isotopenmischungsverhältnissen und zur Durchführung von einfachen chemischen Aufgaben wird von den Atlas-Werken eine kleinere Ausführung gebaut, der Massenspektrograph IS (Ausführung II). Die Genauigkeit des kleineren Apparates ist die gleiche wie die des großen. Es können noch Verunreinigungen von weniger als 1 Mol% gut nachgewiesen werden. In günstigen Fällen werden Spurenkonzentrationen von 0,001% erfaßt.

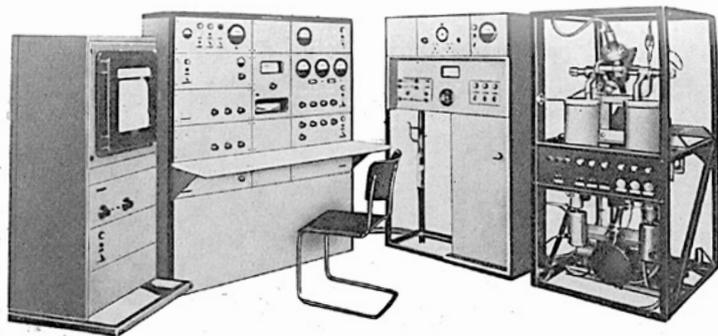


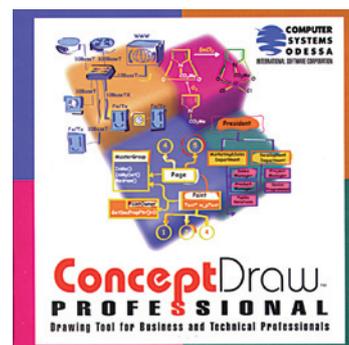
Abb. 4: Massenspektrometer CH3 der *Atlas-Werke*, Bremen. Gesamtansicht des aus vier getrennten Einheiten bestehenden Gerätes. Die zu untersuchende Probe beginnt ihren Weg in der Einlaßapparatur (zweite von rechts). Sie wird im Vakuum vergast und in das Trenngerät (ganz rechts) übergeführt. Dort spielt sich der eigentliche Messvorgang ab. Strom-, Spannungs- und Vakuumwerte werden zentral vom Bedienungsgert (zweites von links, mit Schreibplatte) aus kontrolliert. Ganz links steht die Verstärkeranlage mit dem zugehörigen Tintenschreiber, der das Ergebnis der Messung direkt auf dem 25 cm breiten Bogen registriert.

Das erste Massenspektrometer wurde von dem englischen Physiker und Rutherford-Schüler Francis Aston (1877-1945) entwickelt. 1922 erhielt er den Chemie-Nobelpreis „for his discovery, by means of his mass spectrograph, of isotopes, in a large number of non-radioactive elements, and for his enunciation of the whole-number rule“. 1955 sollten Massenspektrographen auch in Routine-Labors Einzug gehalten. Dies zeigt der hier in Ausschnitten dargestellte Bericht in der CLB 6-1955 von Doz. Dr. E. Pfeil (Chemisches Institut der Universität Marburg) über die „Analytische Chemie auf der Achema XI“. Hauptthema des Artikels waren Mechanisierung und Automatisierung. Darauf ging auch Dr. R. Krüger (Chemische Werke Hüls AG) in der CLB 7-1955 in seinem Artikel „Aufgaben der analytischen Chemie“ ein. Ausschnitte daraus sind auf der Umschlagseite 3 wiedergegeben. Er hielt „auf Grund eigener Erfahrungen die Ansicht, die automatischen Analysengeräte und die Schnellmethoden machten einen Teil der Laborbelegschaft arbeitslos, für durchaus abwegig“.

Zum Preisausschreiben

Liebe Leser,

etwas zu gewinnen gibt es dieses Mal für die Einsendung einer Leserbefragung zu dem CLB-Memory-Teil (siehe Seite M33, Einsendeschluss 5. Juli 2002), und zwar ein Superpreis im Wert von ca. 300 Euro: Das Programm „ConceptDraw 1.71“ für Windows und Macintosh (siehe unseren Bericht in der April-Ausgabe, Seite 154).



Die Lösung des Preisausschreibens aus der April-Ausgabe der CLB war: Seite 124. Den Preis aus der Ausgabe vom April, ein Cyanit (auch: Disthen), kann jetzt unser Gewinner zu Hause bewundern:

Dr. Bernd Straube, Schott-Rohrglas GmbH, Mitterteich

Herzlichen Glückwunsch!

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,



auch bei einer anderen Aussage würde ich Ihnen das Ergebnis nicht vorenthalten, aber ich freue mich: Für das neue Layout der CLB gab es ausnahmslos positive Reaktionen – natürlich verbunden mit der einen oder anderen Detailkritik, die wir jeweils gerne als Verbesserungsvorschlag aufnehmen.

Obwohl ich schon seit über 20 Jahren Erfahrungen als Wissenschaftsjournalist sammeln konnte, stellt mich die Redaktion des CLB-Memory doch wiederum vor neue Aufgaben, insbesondere hinsichtlich des Ausbildungsaspekts. Daher bitte ich Sie um zahlreiche Beteiligung an der Umfrage zu dem CLB-Memory (siehe Seite M33), um mir mehr Hinweise zur Gestaltung dieses für die CLB spezifischen, in anderen Chemie- und Analytikzeitschriften so nicht vorhandenen Zeitschriftenteils zu geben.

Die verschiedenen Artikel und Meldungen dieser Ausgabe geben wiederum zu Spekulationen über die Technikentwicklung Anlass. Hier neue Sensoren, da neue Chips – und selbst Massenspektrometer schrumpfen von zimmergroßen Anlagen auf Chipgröße (siehe CLB-Geschichte nebenan und im Vergleich dazu das Titelbild). Zweifellos wird die Miniaturisierung weitergehen, ebenso die Integration von analytischen Methoden und Auswertungseinheiten. Das hat zur Folge, dass sich die Ausbildungsinhalte noch stärker auf die Rahmenbedingungen für eine gu-

te Analytik stützen müssen. Probennahme und -vorbereitung dürfen nicht vernachlässigt werden, die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Sensoren und Geräte müssen klar sein, und – in Zukunft immer wichtiger – die Zusammenhänge von Daten und ihre Repräsentation in Datenbanken müssen dem Analytiker bewusst sein, um in geeigneter Weise arbeiten zu können. Es wird dazu kommen, dass Expertensysteme dem Analytiker assistieren, etwa in der Form, das Analysenaufgaben mit Geräte- und Sensorspezifikationen korreliert werden und dann Vorgehensweisen automatisch empfohlen werden, die zuvor auch noch einen betrieblichen Kostenoptimierungsgang durchlaufen haben.

Diese Entwicklung ist nicht typisch nur für die Analytik. Im Medizinbereich gibt es schon so detailliert arbeitende Expertensysteme, dass man bei einer Fehldiagnose eines Arztes versucht ist zu fragen, ob man ihn nicht wegen Missachtung des Expertensystems verklagen sollte. Und die Fahrzeugtechnik wird uns bald mit Systemen versorgen, die laut Alarm rufen, wenn man die Geschwindigkeit überschreitet – weil das Auto selbst Verkehrsschilder sieht. In allen diese Fällen ist die Gefahr eines „Es-sich-leicht-Machens-und-auf-die-Technik-Verlassens“ gegeben. Nur gute Ausbildung kann helfen, dass aus dieser technischen Entwicklung Vorteile und keine Nachteile entstehen.

In diesem Zusammenhang muss an die „Würzburger Denkschrift“ erinnert werden, auf die Prof. Dr. Georg-Alexander Hoyer auf dem TeLi-Expertengespräch einging (siehe auch Seite 187). In dieser Denkschrift hat die GDCh die Analytische Chemie als gleichrangig mit anderen Disziplinen des Fachs eingestuft. Jetzt sind die Universitäten gefragt, dies entsprechend in die Studiengänge einzubauen und die Lehrinhalte des Fachs „Analytische Chemie“ neuen Entwicklungen anzupassen. Mindestens ein paar Jahrzehnte sollten wir – auch mit Hilfe guter Ausbildung – den Automaten noch überlegen sein ;-)

Ihr

INHALT

Aufsätze

Massenspektrometer Immer kleiner, immer mobiler _____	168
Plumbum – Zur Kulturgeschichte eines Elementes Die Spuren des griechischen und römischen Bleibergbaus _____	173



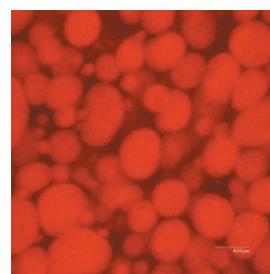
Titelbild: Ausschnitt aus einem Massenspektrometer, das kleiner ist als 1 cm³ (Quelle: Technische Universität Hamburg/Harburg; siehe Artikel Seite 168).

Rubriken

Editorial _____	161
Impressum _____	163
F & E im Bild _____	163
Unternehmen _____	164
Personalia _____	166
Förderungen/Preise _____	167

Umschau

Labors für spezielle Aufgaben 17: Feinstrukturen im Mikro- und Nanobereich – Wege zu besseren Kunststoffen _____	178
Bildungspartnerschaft: Rent-A-Prof – Verbesserung der Beziehung zwischen Schulen und Hochschulen _____	182
Messe/Kongress _____	185
Wirtschaft _____	190
Stellenangebote _____	191
Forschung und Technik _____	192
Kleinanzeigen _____	193
Termine _____	193
Neue Produkte _____	196
Bezugsquellenverzeichnis _____	199



Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme eines PA/PPE-Blends. Solche Blends werden als Karosserieteile im Automobilbau eingesetzt. Die Teile sind formstabil und lackierbar (Quelle: BASF, Ludwigshafen; siehe Artikel Seite 178).

CLB-Memory

CLB-Memory-Umfrage 2002 _____	M33
Kohlenstoffverbindungen im Raum (Teil 3): Kohlenhydrate _____	M34
Notfallchemie: Ammoniumnitrat – Dünger oder Sprengstoff? _____	M36
Sicherheit beim Reinigen und Entfetten _____	M38
Was können Katalysatoren mit Metalloenen besser als herkömmliche? _____	M39
Neue Sicherheitszeichen seit April _____	M40



Essen und Trinken verboten
Neue Sicherheitszeichen (siehe Artikel Seite M40).

Gedächtnis funktioniert in natürlichen Farben Erinnerungen sind bunt

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte – nach dieser Regel wäre ein Farbbild mit natürlichen Farben sogar noch mehr wert, zumindest wenn man die menschliche Gedächtnisleistung für Bilder als Maß nimmt.

In ihrer in der aktuellen Ausgabe des *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* (Vol. 28(3), 2002) publizierte Arbeit zeigen Felix Wichmann vom Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik in Tübingen und Karl Gegenfurtner, ehemals ebenfalls am MPI, inzwischen Professor an der Justus-Liebig-Universität in Gießen, dass das menschliche Gedächtnis für Bilder mit natürlichen Szenen besser ist, wenn diese Bilder farbig sind und nicht schwarz-weiß. Dabei ergibt sich dieser Gedächtnisvorteil nur, wenn die Bilder in ihren natürlichen Farben gezeigt werden.

In einem ersten Experiment bekamen die Versuchspersonen

Bilder verschiedener Kategorien präsentiert: grüne Wiesen und Wälder, Blumen, eher karge Landschaften sowie urbane Szenerien, die Autos, Häuser und auch Menschen enthielten. Die Bilder waren entweder farbig oder schwarz-weiß, wie die Abbildungen rechts oben und Mitte illustrieren. An die farbigen Bilder konnten sich die Versuchspersonen deutlich besser erinnern.

In einem weiteren Experiment wurden „Falschfarben-Bilder“ gezeigt. Diese Bilder (siehe Abbildung unten) besitzen an jedem Punkt dieselbe Helligkeit wie Bilder in natürlichen Farben. Dabei zeigte sich, dass sich der Gedächtnisvorteil für farbige Bilder lediglich auf Bilder in natürlichen Farben beschränkt; Falschfarben-Bilder behandelt unser Gehirn – zumindest in Bezug auf die Gedächtnisleistung – genauso wie schwarz-weiße Bilder. *mpg* (Fotos: Max-Planck-Institut für Biologische Kybernetik)



Impressum

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:

Agentur & Verlag Rubikon
für technische und wissenschaftliche
Fachinformation

Rolf Kickuth

Anschrift:

CLB, Agentur & Verlag Rubikon

Bammentaler Straße 6–8

69251 Gaiberg bei Heidelberg

Deutschland

e-Mail: redaktion@clb.de

Herausgeber:

Dr. Dr. U. Fitzer, Düsseldorf · Prof. Dr.

W. Fresenius, Taunusstein · Prof. Dr.

K.-H. Koch, Dortmund · Priv. Doz. Dr.

H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg

Schwedt, Clausthal-Zellerfeld · Prof. Dr.

G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Werner,

Leipzig.

Redaktion:

Rolf Kickuth (RK, verantwortlich; e-Mail:
kickuth@clb.de),

Dr. Maren Bulmahn (MB, e-Mail:
bulmahn@clb.de)

Telefon (0 62 23) 97 07 43

Fax (0 62 23) 97 07 41

Ständige Mitarbeiter:

Dr. Mechthild Käser, Diekholzen; Prof.

Dr. Erika Krakovská, Kosice; Hans Dietrich

Martin, Köln; Dr. Ognian Serafimov,

Konstanz; Jürgen Wagner, Weinheim;

Hans-G. Winkler, Meyenfeld; Dr. Röbbte

Wünschiers, Köln.

VBTA-Verbandsmitteilungen:

Thomas Wittling, Raiffeisenstraße 41,
86420 Diedorf,

Telefon (0821)327-2330

Fax (08 23 8) 96 48 50

e-Mail: info@vbta.de

Anzeigenberatung:

Lutz Krampitz

Am Schützenhaus 8, 47055 Duisburg

Telefon (02 03) 73 85-1 64

Fax (02 03) 73 85-1 65

e-Mail: anzeigen@clb.de

Abonnementbetreuung:

Natalia Khilian

CLB, Agentur & Verlag Rubikon

Bammentaler Straße 6–8

69251 Gaiberg bei Heidelberg

Telefon (0 62 23) 97 07 43

Fax (0 62 23) 97 07 41

e-Mail: service@clb.de

Layout und Satz:

Agentur & Verlag Rubikon

Druck: Printec Offset, Ochshäuser Straße

45, 34123 Kassel

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:

CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit

der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft

– außerhalb des Abonnements – 6,90

Euro, im Abonnement jährlich 70,50 Euro

zuzüglich Versandkosten; ermäßigter

Preis für Schüler, Studenten und Auszu-

bildende (nur gegen Vorlage der Beschei-

nigung) jährlich 57,00 Euro zuzüglich

Versandkosten, inkl. 7% MWSt. Ausland

auf Anfrage. Bezug durch den Buchhan-

del und den Verlag. Das Abonnement

verlängert sich jeweils um ein weiteres

Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des

Bezugsjahres Kündigung erfolgt.

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder

des VDC sowie des VBTA erhalten CLB

zu Sonderkonditionen.

Anzeigenpreislste:

Nr. 42 vom 1.1.2002. Bei Nichterscheinen

durch Streiks o. Störung durch höhere Ge-

walt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungsexemplare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



Olympus' neuer Griff nach Molekeln

Olympus präsentiert jetzt in München mit IX2 eine neue Serie inverser Mikroskope zur Beobachtung lebender Zellen – und hat ein Superobjektiv im Programm (hier im Bild rechts; Foto: Olympus).



Die Modelle IX51, IX71 und IX81 stellen eine Vielzahl von Konfigurationen für

Beobachtungen wie für anspruchsvolle Aufgaben in der biologischen Forschung bereit. An jeweils mindestens acht optischen Ein- und Ausgängen lassen sich vielfältige Komponenten entlang des Lichtweges einfügen und so auch maximale Lichtstärken erreichen. Dies ist beispielsweise bei Fluoreszenzanwendungen eine der Hauptforderungen, wie der Europa-Mikroskopie-Chef Ralph Martinke erläuterte.

Besonders gut mit zwei neu entwickelten Objektiven, wobei eines den Rekordwert der numerischen Apertur (NA) von 1,65 aufweist (Auflösungsvermögen; proportional Sinus des halben Öffnungswinkels und Brechzahl Medium am Objektiv), eignen sich die IX2-Mikroskope auch für die „Total Internal Reflection Microscopy“ (TIRFM). Damit ist die Beobachtung biologischer Pro-

zesse mit Einzelmolekülnachweis möglich. Prinzip: Ein Laserstrahl wird an einer Seite eines Mikroskopobjektivs so auf ein Objekt geleitet, dass der Strahl in sehr flachem Winkel auf ein optisch weniger dichtes Objekt auftritt und daher total reflektiert wird. Ein kleiner Teil der Strahlung geht dennoch in den Objektbereich hinein (evaneszente Welle) und auch wieder heraus, wird die Energie nicht absorbiert. Fluoreszierende Moleküle lassen sich in dem sehr kleinen Bereich der Evaneszent – etwa 100 Nanometer – jedoch anregen. Auf diese Weise erhält man Fluoreszenzsignale ohne Hintergrundfluoreszenz.

Zusammen mit einer TIRF-Spektroskopie lassen sich so z.B. in Echtzeit Vorgänge an Zytoplasmamembranen lebender Zellen anhand der Fluoreszenzintensität quantifizieren, auch von mehreren Fluorophoren, die sich hinsichtlich Emissionsmaxima oder Fluoreszenzabklingzeiten unterscheiden. Kurz gesagt: Man kann sehen, wie ein Schlüsselmolekül, etwa ein Pharmakon, in das Schloss einer Zellmembranstruktur passt.

Auch durch solche und andere Ausweitungen konventioneller Lichtmikroskopie wächst der Markt für Mikroskope laut Olympus-Produktmanager Dr. Joachim Kirschner zur Zeit jährlich um ungefähr zehn Prozent. *Rolf Kickuth*

Stefanie Voigt, Dr. Joachim Kirschner, Andrea Jensen, Ralph Martinke (v.l.) sowie Dr. Winfried Busch (am IX81) standen Rede und Antwort zur IX2-Serie (Fotos: RK).



NACHRICHTEN & NOTIZEN

DIE FEBIT AG, MANNHEIM, KOOPERIERT MIT DEM EMBL (European Molecular Biology Laboratory) und seiner Tochtergesellschaft für Technologietransfer, der EMBLEM Technology Transfer GmbH in Heidelberg. Das EMBL erhält ein β -Testgerät des „Geniom one“. Einsatzgebiet des Geräts ist das Gene Expression Profiling, mit dem Hunderte von Genen parallel analysiert werden können. Anfang 2003 soll das vollautomatische DNA-Analysengerät ersten Kunden zur Verfügung stehen.

ATOFINA, CHEMIESPARTE DER TOTALFINALELFGUPPE, HAT MIT DUPONT eine Absichtserklärung unterzeichnet, die den Verkauf ihrer Fluortelomer-Aktivitäten (Foraperle, Forafac) vorsieht. Die Produkte werden zur Herstellung von wasser- und ölabweisenden Verbindungen sowie für extrem leistungsfähige Oberflächenbeschichtungen eingesetzt. Produziert werden sie in einer Betriebsstätte am Industriestandort Villers-St. Paul in Frankreich.

DIE BAYER AG INVESTIERT weiter in den Ausbau der Anlagen für die Herstellung von Polyurethandispersionen, um der weiter steigenden Markt-Nachfrage gerecht zu werden. Die Produktionskapazitäten werden um 5000 Tonnen auf 40000 Tonnen in Dormagen erweitert. Hingegen trennt sich Bayer vom Generikageschäft in Spanien. Das Unternehmen will sich auf das Geschäft mit innovativen Medikamenten konzentrieren.

DIE DEFINIENS AG BÜNDELT ihre bisherigen Aktivitäten im Bereich Bioinformatik in der neuen Business Unit Life Science Informatics (LSI), die jetzt den Schwerpunkt des Unternehmens bildet.

DIE BASF AG BAUT einen integrierten Produktionskomplex für Polytetrahydrofuran (PolyTHF) und Tetrahydrofuran (THF). Die Anlagen werden im Shanghai Chemical Industry Park (SCIOP) in Caojing, Shanghai, China errichtet, der sich derzeit im Aufbau befindet. Am Standort Ludwigshafen errichtet das Unternehmen eine neue Produktionsanlage für das Feinchemie-Zwischenprodukt Citral (Vitamin- und Aromastoffproduktion). Die Kapazität wird 40000 Tonnen pro Jahr betragen.

DER GESCHÄFTSBEREICH FEINCHEMIE DER DEGUSSA AG UND DAS PHARMAUNTERNEHMEN SSL INTERNATIONAL PLC haben einen Vertrag über die Lieferung des Pharmawikstoffs Chlorhexidindigluconat geschlossen, das in Produkten zur Mundhygiene und in der Tiemedizin zum Einsatz kommt.

DIE HOYER GMBH INTERNATIONALE FACHSPEDITION hat im Cryo-Transportgeschäft für tiefkalte Gase eine Reihe von Umstrukturierungen durchgeführt. Unter anderem wurde ein Flüssiggascontainer mit einem satellitengesteuerten Ortungssystem ausgestattet, das eine Sendungsverfolgung über Internet erlaubt.

Mehr Geld für Switch Biotech

Mit weiteren 2,6 Millionen Euro schließt Switch Biotech, Martinsried, ein auf Hautkrankheiten spezialisiertes Unternehmen, die dritte Finanzierungsrunde.

Die Investoren Alafi Capital LLC of Berkley, Kalifornien, USA und BioM Venture Capital GmbH & Co. Fonds KG, Martinsried erhöhen damit das Gesamtvolumen der dritten Finanzierungsrunde auf 23,8 Millionen Euro. Mit Alafi Capital LLC of Berkley gewinnt SWITCH Biotech den ersten amerikanischen Investor. Die BioM Venture Capital GmbH & Co. Fonds KG investiert 2 Millionen Euro aus einem Fond für etablierte Biotechnologie-Unternehmen in Switch Biotech.

Das Unternehmen betreibt Genforschung, um Zielmoleküle zu identifizieren, die Wundheilungs-

prozesse und Hauterkrankungen beeinflussen. Ziel ist es, in Zusammenarbeit mit Pharmaunternehmen neue Medikamente in den Bereichen Dermatologie (Schuppenflechte, Neurodermitis etc.) und Wundheilung zu entwickeln.

Die Martinsrieder Firma erweiterte im Januar 2002 die dritte Finanzierungsrunde um 3,6 Millionen Euro auf ein Gesamtvolumen von 21,2 Millionen Euro. In zwei vorangegangenen Finanzierungsrunden hat die Firma 10,6 Millionen Euro von Venture Kapital-Gebem, privaten Investoren, Gründungsmitgliedern und stillen Partnern erhalten.

Switch Biotech beschäftigt 80 Mitarbeiter. Das Unternehmen wurde 1997 von acht Wissenschaftlern als Spin-Off des Genzentrums München gegründet.

„Eisvogel“ sucht neue Krebsmittel-Targets

Alcedo biotech heißt die neue Ausgründung aus dem Zentrum für Humangenetik der Universität Bremen.

Das junge Unternehmen kann sich in der ersten Entwicklungsphase auf ein solides Startpaket seines Mutterinstitutes freuen: Patente und einschlägiges Know-how bilden eine Unternehmensbasis, die das nach Angaben des Geschäftsführers Dr. Piere Rogalla „große Interesse der Pharmaindustrie“ an der Neugründung erklären.

Die ersten Projekte der neuen Firma – neue Targets für Wirkstoffe – gelten den Bereichen Krebsbekämpfung und Geweberegeneration. Nomen soll omen sein: Namensgeber für die zur Zeit siebenköpfige Firma ist der Eisvogel, ein zielsicherer Fänger.



Das IR100 von Thermo Nicolet erfüllt die meisten Ansprüche an die IR-Spektroskopie, ist einfach, praktisch zu bedienen, passt auf jeden Labortisch und vor allem in jedes Budget.

Dabei braucht das IR100 noch nicht mal einen PC, sondern ist mit der Encompass™ Software eine sprichwörtliche Kompaktlösung. Die Modelle IR200 und IR300 gibt es mit PC.

Mit den Thermo Nicolet FT-IR Spektrometern erhalten Sie bewährte Technologie für die Qualitätskontrolle, Routine und Ausbildung.

Thermo Nicolet – alles, was Sie für FT-IR brauchen. Zu einem Preis, bei dem Sie sich keine kalten Füße holen.

Thermo Nicolet GmbH
Werner-Heisenberg-Straße 2 · 63263 Neu-Isenburg
Telefon 0 61 02/36 71-200 · Telefax 0 61 02/36 71-101
info@thermonicolet.de · www.thermonicolet.de

IR100 – damit Ihr Budget nicht baden geht

A Thermo Electron Spectroscopy business

Thermo Nicolet



Schneider

BAYER **Dr. Manfred Schneider**, bisher Vorstandsvorsitzender der Bayer AG, wurde vom neuen Aufsichtsrat des Unternehmens auf seiner konstituierenden Sitzung unmittelbar im Anschluss an die Hauptversammlung des Konzerns zum Vorsitzenden des Aufsichtsgremiums gewählt. Er tritt damit die Nachfolge von Hermann Josef Strenger an, der das Gremium seit 1992 geleitet hatte und jetzt zum Ehrenvorsitzenden ernannt wurde.



Bode

CHEMFIDENCE Der Chemiker **Dr. Karsten Bode** (49) hat zum 1. März dieses Jahres die Geschäftsführung der chemfidence GmbH, eines Unternehmens der Infraseriv Höchst Gruppe, übernommen. Er löst damit Ulrich Fricke ab, der im Juli in den Ruhestand geht.

CLARIANT Ab Mai leitet **Patrick Kaiser** (41) als *Chief Communication Officer* die Unternehmenskommunikation des Clariant-Konzerns. Er löst damit **Philipp Hammel** (39) ab, der die Funktion *Corporate Treasurer* übernimmt.



Kraft

FZK Institut für Materialforschung II des Forschungszentrums Karlsruhe – **Professor Dr. Oliver Kraft** (38), bisher am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart beschäftigt, tritt die Nachfolge des in den Ruhestand getretenen bisherigen Leiters **Professor Dr. Dietrich Munz** an. Gleichzeitig wird Kraft auf einen Lehrstuhl am Institut für Zuverlässigkeit von Bauteilen und Systemen der Universität Karlsruhe berufen.



Messerschmitt

PHARMMED + BIOTEC Der Lebensmittel- und Biotechnologe **Dipl. Ing. Erich Messerschmitt** tritt als Gesellschafter Geschäftsführer in die Societät ein und wird im Bereich Executive Search als Consultant tätig sein.

SARTORIUS Seit dem 1. Mai 2002 hat **Dr. Joachim Kreuzburg** die Position „Vice President Finance & Investor Relations“ inne.

Mit der neuen Aufgabe übernimmt er die Verantwortung für Konzernfinanzierung und Investor Relations. In dieser Funktion berichtet er direkt an den CFO Thomas Hartwig. **Andreas Smyczek**, bisheriger Treasurer und Director Investor Relations des Sartorius Konzerns, ist seit März Chief Financial Officer (CFO) der B. Braun Biotech International GmbH (BBI) mit Hauptsitz in Melsungen. BBI ist weltweit Marktführer in der Fermentationstechnologie.

EHRUNGEN

Dr. Petra Koziollek vom Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik erhielt bei der Eröffnung der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe der GDCh) am 6. Mai den **Willy-Hager-Preis 2001**, und zwar für Ihre Dissertation „Cometabolischer Abbau von cis-1,2-Dichlorethen und Vinylchlorid durch Ethen-verwertende Bakterien“. Im Rahmen eines Industrieprojektes gelang es Koziollek, ein mikrobielles System zu entwickeln, das cis-Dichlorethen und Vinylchlorid sehr wirksam oxidiert und dechloriert.

Am 7. Mai erhielt **Professor Dr. Friedrich Meuser**, Leiter des Fachgebietes Lebensmitteltechnologie II der TU Berlin, aus der Hand des Staatssekretärs für Wissenschaft und Forschung des Landes Berlin, Dr. Peer Pasternack, das **Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland**. Seit 1972 lehrt Meuser an der TU Berlin. Den Schwerpunkt seiner Forschungsaktivitäten bildet die Arbeit auf dem Gebiet der mechanischen, thermischen und biotechnologischen Behandlung von Stärken und stärkehaltigen Rohstoffen. Für seine wissen-



Meuser

schaftlichen Erfolge ist Meuser mit der Saare-Medaille, dem Kraft-Forschungspreis sowie der Ehrendoktorwürde der Technischen Universität München ausgezeichnet worden.

Dr. Matthias Rarey und **Dr. Maria Wartenberg** erhielten am 15. Mai den **NRW-Wissenschaftspreis 2002**. Der Preis ist mit insgesamt 15340 Euro dotiert. Maria Wartenberg vom Zentrum für Physiologie und Pathophysiologie der Universität zu Köln erhielt den Preis für ihre Arbeit auf dem Gebiet der Tumorforschung. Die eingereichte Arbeit „Optische Sonde-Technik zur Prätherapeutischen Resistenzanalyse (PTR) von Tumorgewebe“ geht aus ihrer Habilitationsschrift hervor. Mit der neuen Technik kann am Patientengewebe der Wirkungsgrad der Chemotherapeutika im Reagenzglas untersucht werden. Matthias Rarey vom Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen (SCAI) wurde für seine Leistungen auf dem Gebiet der angewandten Bioinformatik für das computerbasierte Wirkstoffdesign ausgezeichnet. Seine Habilitationsschrift „Algorithmen für den computergestützten Wirkstoffentwurf“ überzeugte die Jury des Wissenschaftszentrums Nordrhein-Westfalen und des Industrie-Clubs Düsseldorf. Matthias Rarey arbeitete seit 1993 im Institut SCAI der GMD bzw. Fraunhofer Gesellschaft. Er ist Mitgründer der Firma BioSolveIT GmbH in Sankt Augustin. Zum 1. Juli 2002 wechselt er als Universitätsprofessor ins Zentrum für Bioinformatik der Universität Hamburg.



Rarey



Wartenberg

Neuer europäischer Forschungspreis sowie Wettbewerb

Gefragt: Plasma-Spektrochemie und Mikroskopie

Jetzt gibt es den neuen europäischen Forschungspreis für Plasma-Spektrochemie (European Award for Plasma Spectrochemistry) sowie den Wettbewerb für Mikroskopie (Microscopy Award 2002).

Mit dem Plasma-Spektrochemie-Forschungspreis sollen entsprechende Analytik-Entwicklungen und -anwendungen gefördert werden sollen. Der Preis wird entweder für eine herausragende einzelne Forschungsarbeit oder kontinuierlich bedeutsame Beiträge zu diesem Arbeitsgebiet vergeben. Kandidaten müssen Europäer sein oder ihre Arbeiten in einem europäischen Land durchgeführt haben. Eine Altersgrenze für Bewerber gibt es nicht.

Die Verleihung des alle zwei Jahre ausgeschriebenen Preises findet anlässlich der European Winter Conference on Plasma Spectro-

chemistry statt. Der von Agilent Technologies verliehene Preis beinhaltet neben einem Preisgeld von 5000 Euro in bar die vollständige Finanzierung einer Reise nach Japan, wo der Preisträger an einer wissenschaftlichen Veranstaltung oder einem Seminar teilnehmen und erneut seine Arbeit präsentieren kann. Auch die Reisekosten zur European Winter Conference werden abgedeckt.

Bewerbungen bzw. Nominierungsvorschläge zum Preis für 2003, der im Januar 2003 in Garmisch-Partenkirchen verliehen wird, müssen beim Jury-Vorsitzenden Prof. Dr. Klaus Heumann, Inst.f.Anorg. Chemie und Analyt. Chemie, Universität Mainz, Duesbergweg 10-14, D-55099 Mainz, eingereicht werden. Einsendeschluss für Bewerbungen ist der **30. Juni 2002**. Weitere Infos: www.agilent.com/chem/icpms.

Lichtmikroskopische Anwendungen

Olympus und GIT, eine Tochter des amerikanischen Verlags Wiley, rufen einen europäischen Wettbewerb für Mikroskopie ins Leben, den Microscopy Award 2002. Mit dem Preis sollen herausragende lichtmikroskopische Anwendungen aus den Bereichen Ausbildung, Routine oder Forschung und deren professionelle Darstellung in Wort und Bild gewürdigt werden. Verbunden mit Geldpreisen wird Ende des Jahres neben einem Senior- wird auch ein Juniorpreis für Schüler und Studenten verliehen, um diese zur Teilnahme zu ermuntern. Einsendeschluss ist der **23. Oktober 2002**. Weitere Informationen: www.microscopy-award.com sowie unter www.olympus-europa.com.

Preis für Kunststoffrecycling

Ich war eine Plastikflasche...

Das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und die FKUR Forschung und Engineering GmbH, Willich, werden im September dieses Jahres zum 11. Mal einen Preis für hervorragende Kunststoff-Recycling-Produkte verleihen.

Es soll hiermit für das prämierte Produkt, die Herstellerfirma, die kunststoffverarbeitende Industrie und allgemein für den Wertstoff Recycling-Kunststoff geworben werden. Prämiert werden innovative Kunststoff-Recycling-Produkte, die unter Einbeziehung der verfügbaren Rohstoffe die Recycling-Idee konsequent umsetzen. Dabei werden für die Preisvergabe die verfahrenstechnischen Möglichkeiten und die Erkennung und Ausnutzung geeigneter Marktnischen

beurteilt. Nicht zuletzt zählen Produktgestaltung, Kreativität und Ästhetik zu den Auszeichnungskriterien.

Es können Kunststoff-Recycling-Produkte eingereicht werden, die nicht länger als zwei Jahre am Markt eingeführt sind. Der Einsender muss die Rechte am Produkt besitzen. Alle Produktmuster gehen, soweit nicht anders vereinbart, in das Eigentum des Veranstalters über und werden für Ausbildungszwecke weiter verwendet. Während des 11. Kunststoff- und Recycling-Kolloquiums am 12. und 13. September 2002 in Krefeld werden die teilnehmenden Produkte ausgestellt. Die Preisverleihung findet am 12. September statt. Nähere Informationen erteilt Carmen Michels (carmen.michels@umsicht.fhg.de)

Preis für Dissertationen

Das Zentrum für marktorientierte Unternehmensführung (ZMU) an der Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung (WHU, Otto-Beisheim-Hochschule) verleiht 2002 zum fünften Mal den ZMU-Preis für Dissertationen. Die ausgezeichnete Arbeit wird mit 3000 Euro prämiert. Zugelassen sind Dissertationen, die 2001 oder 2002 an einer deutschsprachigen Universität eingereicht wurden und sich mit den Aspekten der marktorientierten Unternehmensführung beschäftigen.

Hierzu zählen beispielsweise Arbeiten, die sich mit entsprechenden Fragen der Organisation, der Personalführung sowie der Unternehmenskultur beschäftigen haben oder auch Arbeiten über. Der ZMU-Preis wird gestiftet von der Dresdner Bank. Einsendeschluss ist der **1. Juli 2002**. Weitere Informationen unter www.whu.edu/market/

Immer kleiner, immer mobiler

Uta Neubauer, Frankfurt am Main

Der Trend zur Miniaturisierung in der analytischen Chemie hat auch die Massenspektrometer erfasst. Sämtliche Typen gibt es bereits in einer verkleinerten Ausgabe, die ersten Schritte zum MS-on-a-chip sind getan.

Eine Woche nach den Terroranschlägen vom 11. September letzten Jahres ging bei der Firma Bruker Daltonics ein Auftrag der US-Regierung ein: Für über zehn Millionen US-Dollar orderte das Verteidigungsministerium mobile Massenspektrometer (MS), und zwar solche, die spezialisiert sind auf die Analyse von biologischen und chemischen Kampfstoffen. Massenspektrometer sind leistungsfähige Analysengeräte, die immer mehr auch vor Ort eingesetzt werden. Noch vor Jahren füllten sie ganze Räume in Laboratorien, heute gibt es mobile Typen von der Größe eines Schuhkartons und kleiner.

Besonders dann, wenn chemische Verbindungen schnell und zweifelsfrei vor Ort nachgewiesen werden müssen, bietet sich der Einsatz mobiler Massenspektrometer an, meist gekoppelt an einen Gaschromatografen (GC). Bei Chemieunfällen oder Bränden, bei denen gesundheitsgefährdende Stoffe entstehen, gibt es kaum eine Alternative zur GC/MS-Messung vor Ort. Denn nur wenn das Analyseergebnis unmittelbar zur Verfügung steht, kann schnell und gezielt eingegriffen werden. So nutzen nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Feuerwehrleute die GC/MS-Technik. Die Arbeitsgruppe um Gerhard Matz von der Technischen Universität Hamburg-Harburg hat – basierend auf dem mobilen GC/MS EM640 von Bruker – ein System entwickelt, das deutsche Feuerwehren bei Bränden und Chemieunfällen einsetzen (Abbildung 1).

Eine treibende Kraft in der Miniaturisierung von Massenspektrometern ist die Weltraumforschung (Abbildung 2). Kaum ein Raumschiff startet ohne Massenspektrometer ins All. Wie sonst ließen sich Vorkommen und Masse von Atomen und Molekülen auf Planeten und Kometen exakt bestimmen? Da der Platz an Bord eines Raumschiffs knapp bemessen ist, gilt über den Daumen gepeilt die Regel: Kein Analyseninstrument sollte schwerer als ein Kilogramm,



Die Autorin:

Dr. Uta Neubauer ist freie Wissenschaftsjournalistin. Sie studierte Chemie in Hamburg und Oldenburg, promovierte an der ETH Zürich über Schwermetalle in Böden und lebt jetzt in Frankfurt am Main. Für CLB (Heft 12/2001) hat sie bereits einen Beitrag zu „Frauen in der Wissenschaft“, einem ihrer Interessenschwerpunkte, verfasst.



Abbildung 1: Feuerwehrleute verladen ein GC/MS in einen Hubschrauber, um Chemikalien vor Ort zweifelsfrei nachzuweisen. Das System wurde an der Technischen Universität Hamburg-Harburg entwickelt und leistet wertvolle Dienste bei Chemieunfällen und Bränden, bei denen giftige Substanzen entstehen.

voluminöser als zwei Liter sein und mehr als fünf Watt verbrauchen. NASA-Wissenschaftler haben ein Massenspektrometer entwickelt, das sich die Astronauten der Internationalen Raumstation ISS vor die Brust schnallen können und mit dem sie etwa nach Lecks an der Außenseite des Raumschiffs suchen. Das Massenspektrometer selbst ist ca. fünf Zentimeter lang, das gesamte System mit Software zur Steuerung und Datenauswertung etwa so groß wie ein Schuhkarton (Abbildung 3). Das mobile Gerät detektiert nicht nur austretenden Stickstoff, Sauerstoff, Hydrazin oder Ammoniak, sondern überwacht – gekoppelt an einen Gaschromatografen – auch die Luft in der Raumkapsel. Hydrazin aus dem Raketentreibstoff kann während des Ausflugs in den Weltraum an die Raumanzüge der Astronauten adsorbieren. Gelangt es so in den Innenraum, gefährdet es die Gesundheit. Das Massenspektrometer weist Hydrazin schnell nach und gibt Auskunft, ob eine Dekontamination erforderlich ist.

Allen Massenspektrometern – ob Quadrupol-, Flugzeit-, Ionenfallen- oder Sektorfeld-MS – liegt folgendes Prinzip zugrunde: Nach Ionisierung und eventueller Spaltung gelangen die zu analysierenden Fragmente erst in den Analysator, der sie nach ihrer Masse auf trennt, und dann in den Detektor, der das Spektrum aufnimmt. Ein Massenspektrum identifiziert chemische Verbindungen ebenso treffsicher wie der Fingerabdruck eine Person.

Massenspektrometer laufen unter Vakuum, um die Zahl der Teilchen zu minimieren, die ein Ion auf seinem Weg durch den Analysator trifft und mit denen es zusammenstoßen könnte. In miniaturisierten Analysatoren legen die Ionen eine kürzere Flugbahn zurück. Kollisionen mit dem Hintergrundgas sind daher



Abbildung 2: Die Weltraumforschung treibt die Miniaturisierung von Massenspektrometern an. Sie bestimmen die Zusammensetzung von Planeten und Kometen und fehlen bei keiner Weltraummission.

unwahrscheinlicher als in großen Geräten bei gleichen Drücken, und die Anforderungen an das Vakuum sind nicht so hoch. So kommt die Miniaturisierung den Analysatoren entgegen, wenn auch nicht allen Typen in gleichem Maße: Schon konventionelle Quadrupol-MS sind drucktoleranter als Flugzeit-MS.

Quadrupolmassenspektrometer

Die meisten miniaturisierten Massenspektrometer sind Quadrupol-Geräte. Der Analysator eines Qua-

Abbildung 3: Ein Quadrupolmassenspektrometer von der Größe eines Schuhkartons unterstützt die Astronauten an Bord der Internationalen Raumstation. Es hilft ihnen bei der Suche nach Lecks an der Außenseite der Station und überwacht die Luft im Inneren der Raumkapsel.



drupol-MS besteht aus vier zylindrischen Stabelektroden, die parallel angeordnet und mit dem jeweils gegenüberliegenden Stab elektrisch verbunden sind. Sie bilden ein Quadrupolfeld, das die zu bestimmenden Ionen durchwandern müssen, um den Detektor zu erreichen. Doch das gelingt nicht allen: Von dem Verhältnis von Gleich- zu Wechselspannung, das an den Elektroden anliegt und bei konstanter Frequenz variiert wird, hängt es ab, welche Ionen mit welchem Masse-Ladungs-Verhältnis den Detektor erreichen und welche an die Stäbe geraten und sich entladen.

Große Massenspektrometer bestimmen eine große Palette an Verbindungen, miniaturisierte Geräte in der Regel eine eingeschränktere Zahl. Diesen Nachteil können Minispektrometer aufheben, wenn sie zu Arrays kombiniert werden. Das System, das sich Astronauten der Internationalen Raumstation ISS vor die Brust schnallen, ist ein 4×4 -Array aus 16 Stabelektroden, die jeweils 2,5 Zentimeter lang sind, einen Durchmesser von zwei Millimetern haben und neun Quadrupolfelder bilden. Wissenschaftler um Ara Chutjian vom kalifornischen Jet Propulsion Laboratory haben das QMSA (quadrupole mass spectrometer array) entwickelt und, gekoppelt an einen Gaschromatografen, verschiedene Gasmischungen zu Testzwecken analysiert. Eine simulierte die Venus-Atmosphäre, die neben 96,5 % CO_2 und 3,5 % N_2 unter anderem Spuren von SO_2 , H_2O , Ar, CO, He, OCS, H_2S enthält. Problematisch ist die Trennung von Stickstoff- und Kohlenstoffmonoxid-Ionen, deren Massen nahezu identisch sind. Mit einer Carboxen-PLOT (porous layer open tubular)-Säule gelang dem GC/QMSA die Bestimmung dieser beiden Ionen.

Unter Wasser messen

Nicht nur im All, auch im Meer leisten mobile Massenspektrometer wertvolle Dienste (Abbildung 4). Die Hamburger Arbeitsgruppe um Gerhard Matz hat ein tauchfähiges GC/MS-System entwickelt, das die deutsche Küstenwache einsetzt. Herz dieses Analysensystems ist ebenfalls das mobile EM640 von Bruker. Der Tauchkörper – die Analysengeräte sind in einem seewasserbeständigen und druckgehärteten Aluminiummantel untergebracht – ist etwa ein Me-

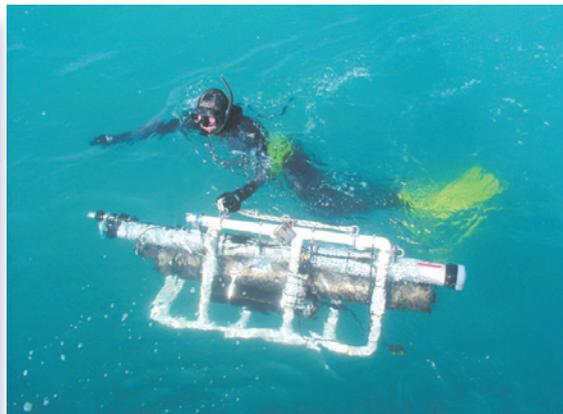


Abbildung 4: Tauchfähige MS, hier ein an der University of South Florida entwickeltes Quadrupol-MS, detektieren Verschmutzungen im Meer.



Abbildung 5: Wissenschaftler lassen ein Analysensystem ins Wasser. Die druck- und seewasserbeständige Kapsel enthält im vorderen Segment ein Ionenfallen-MS mit einer Membranextraktionseinheit zur Probennahme, im hinteren das Antriebssystem.



ter lang, hat einen Durchmesser von 64 Zentimetern und wiegt 143 Kilogramm. Mit einer Tauchtiefe von 300 Metern kann das System Chemikalien, die aus gesunkenen Containern oder Schiffen austreten, vor Ort detektieren. Die Probennahme gelingt über eine Membransonde, die Chemikalien aus dem Meerwasser extrahiert. Beim Durchpumpen von Meerwasser bleiben die zu analysierenden Stoffe in der Membran hängen. Nach der Sammelphase trocknet ein Stickstoffstrom die Membran. Dann folgt die thermische Desorption – schnelle Aufheizung der Membran auf 200 Grad Celsius –, bei der die Analyten die Membran verlassen und in den Gaschromatografen und anschließend in das Massenspektrometer gelangen. Ist der GC/MS-Lauf nach etwa fünf Minuten beendet, kühlt einströmendes Meerwasser die Membran so schnell wieder ab, dass ein neuer Zyklus beginnen kann. Gesteuert wird das Unterwasser-GC/MS von Bord eines Schiffes über Glasfaserkabel und Ethernet.

Wissenschaftler am Center for Ocean Technology der University of South Florida arbeiten mit einem ähnlichen System. Sie haben das tauchfähige Quadrupol-MS der Hamburger Kollegen weiterentwickelt, den Massenbereich erweitert, und kartografieren damit in diesem Mai eine Ölverschmutzung in der Guanabara Bay, Brasilien. Außerdem haben sie ein entsprechendes System mit einem Ionenfallen-MS entwickelt, das mit einer Länge von 1,35 Metern aller-



Abbildung 6: Ein Quadrupol-MS im Miniformat.

dings etwas größer ist als die Quadrupol-MS-Variante (Abbildung 5). Ein tauchfähiges Miniatur-Ionenfallen-MS ist bereits in der Entwicklung. Außerdem arbeiten die Wissenschaftler in Florida an einem Unterwasser-Sektorfeld-MS, mit dem sie Isotopenverhältnisse messen wollen.

Miniaturisierung braucht andere Materialien

Edelstahl ist zwar das Material der Wahl für die zylindrischen Elektroden in konventionellen Quadrupolmassenspektrometern, nicht aber für die in Mikrogeräten. Ab einer gewissen Größe lässt sich Edelstahl nämlich nicht mehr mit der erforderlichen geometrischen Präzision verarbeiten. Steve Taylor von der University of Liverpool und Robert Syms vom Londoner Imperial College sind daher umgestiegen auf andere Materialien. Das Quadrupolfeld in ihrem Miniatur-MS (Abbildung 6) – nach eigenen Angaben das kleinste der Welt – erzeugen goldbeschichtete Fasern, die auf einer Unterlage aus Silicium verankert sind. Die Faser-Elektroden haben einen Durchmesser von 0,5 Millimetern und sind zwischen zehn und 30 Millimeter lang. Von Vorteil ist, dass sie nicht starr sind und sich daher optimal ausrichten lassen. Aus der Sicht eines Mikrotechnikers, auch Taylor sieht das so, sind diese Elektroden noch ungeheuer groß. Eine weitere Miniaturisierung steht an.

Flugzeitmassenspektrometer

Die Massenauflösung von Flugzeitmassenspektrometern (TOF-MS, TOF von time of flight) ist proportional zur Flugzeit und Flugstrecke der Ionen im Analysator. Das Design der Geräte ist einfach, sie sind relativ preisgünstig und zeichnen sich durch einen weiten Messbereich aus, was insbesondere Bioanalytiker zu schätzen wissen. Mikrosystemtechniker schreckt ab, das TOF-MS bei sehr niedrigen Drücken arbeiten. Die Größe des Pumpensystems limitiert hier die Miniaturisierung. Nichtsdestotrotz gibt es mittlerweile auch mobile TOF-MS. Als Ergänzung oder Alternative zu herkömmlichen Pumpen dienen Getter-Pumpen mit pulverförmigen Metalllegierungen, die auf ihrer aktiven Oberfläche Gase chemisch oder physikalisch binden.

Die Flugstrecke in TOF-MS darf zwecks Miniaturisierung nicht einfach verkürzt werden, denn das würde die Massenauflösung verschlechtern. Sei denn, man lässt die Ionen die kürzere Strecke mehrmals fliegen. In einem Multirefleksions-Flugzeitmassenspektrometer (MTOF-MS), entwickelt von den Physikern um Hermann Wollnick von der Universität Gießen, fliegen die nachzuweisenden Ionen wie ein Ping-Pong-Ball zwischen zwei Ionenspiegeln hin und her. Mit Erfolg, wie folgendes Beispiel zeigt: Im linearen Modus, d. h. ohne Reflektionen, legen die Ionen im

MTOF-MS eine Flugstrecke von etwa 42 Zentimeter zurück, nach 15 Reflektionen etwa 6,5 Meter und nach 100 Reflektionen schon mehr als 40 Meter, wobei die Massenaufösung annähernd linear mit der Zahl der Reflektionen zunimmt. In Zusammenarbeit mit den Gießener Physikern konstruierten Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Aeronomie in Katlenburg-Lindau ein MTOF-MS für die Rosetta-Mission. Die Rosetta-Sonde wird sich 2003 an Bord einer Ariane-Rakete auf den Weg machen, um den Kometen Wirtanen zu untersuchen.

Nebenbei: Die MTOF-Technik ist nicht nur in Mini-Geräten von Vorteil, sondern – wie der Physiker Antonio Casares vom Oak Ridge National Laboratory, USA, erläutert – auch in großen. Er hat das Spektrometer für die Rosetta-Mission mitentwickelt, denkt jetzt über ein anderes Projekt nach: Würde man die Flugstrecke nicht verkürzen, sondern verlängern, könnte man nicht nur große Moleküle untersuchen, sondern auch kernphysikalische Fragen beantworten. Eine Flugstrecke von zwei bis vier Meter, die die Teilchen 200 Mal fliegen würden, sei laut Casares dafür ausreichend.

Einen eher ungewöhnlichen TOF-Analysator haben die Mikrosystemtechniker um Jörg Müller an der TU Hamburg-Harburg entwickelt: In ihrem Analysator tritt der Ionenstrahl ein in einen Kanal, den zwei Sets von sich gegenüberliegenden Elektroden bilden (Abbildung 7). Diese Ablenkelektroden erzeugen einen wandernden Dipol, der alle 80 Mikrosekunden neu startet und seine Polarität von einem Elektrodenpaar zum nächsten wechselt. Nur die Ionen, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Dipol durch den Elektrodenkanal bewegen, erreichen den Detektor. Alle anderen, die zu schnell oder zu langsam sind, geraten an die Elektroden und verlieren ihre Ladung. Das gesamte System – bestehend aus Plasmakammer (die die zur Ionisation erforderlichen Elektronen erzeugt), Ionisationskammer, Massenseparator und Detektor – ist kleiner als ein Kubikzentimeter. Der Kanal, den die Elektroden bilden, ist nur etwa zwei Millimeter lang und 100 Mikrometer breit. Mit $300\ \mu\text{m} \times 300\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ ist auch die Ionisationskammer sehr klein. Dank der geringen Größe reicht dem System ein Vakuum von einem bis zehn Pascal.

Vereinfachte Ionenfallen

Eine elektrische Ionenfalle hält Ionen in einem elektrischen Feld gefangen. In einem konventionellen Ionenfallen-MS besteht sie aus drei hyperbolischen Elektroden: einer zentralen Ringelektrode sowie einer oberen und einer unteren Elektrodenkappe, an denen eine Wechselspannung anliegt. In das elektrische Feld, das die drei Elektroden bilden, treten die Ionen durch eine Öffnung in der oberen Kappe ein und können es durch die untere Kappe wieder verlassen. Im Inneren der Ringelektrode hält eine Potentialsenke die Ionen wie Murmeln in einer Mulde gefangen. Wie Murmeln, die zu schnell in eine Mulde rollen, wür-

den auch die meisten Ionen über den Rand der Falle hinauschießen, wenn diese nicht mit Helium gefüllt wäre: Zusammenstöße mit Heliumatomen bremsen die Ionen. Während der Analyse wird die Spannung variiert, wodurch die Ionen in Abhängigkeit von ihrem Molekulargewicht aus der Falle entkommen: Bei gleicher Ladung gelangen die Ionen mit kleinerer Masse zuerst zum Detektor.

Ebenso wie Quadrupolmassenspektrometer nicht einfach verkleinert werden konnten, sondern einen neuen Typ von Elektroden verlangten, so wurden auch für Mikro-Ionenfallen andere Elektroden konzipiert: Statt der hyperbolischen Elektroden setzen die Wissenschaftler um R. Graham Cooks von der Purdue University in Indiana eine zylindrische Elektrode ein, in die die Ionen durch flache Elektrodenkappen ein- und austreten (Abbildung 8). Dank ihrer vereinfachten Geometrie lassen sich diese Elektroden auch im kleinen Maßstab präzise herstellen. Cooks kombiniert die Elektroden auch zu Arrays, wobei er die Größe – sowohl Längen als auch Radien – der Zylinder wie bei Orgelpfeifen variiert (Abbildung 9). Je nach Größe fangen die „Orgelpfeifen“-Ionen mit einem bestimmten Masse-Ladungsverhältnis. Dahinter steckt die Idee einer Massentrennung aufgrund der verschiedenen Geometrie der Ionenfallen, also ohne die Spannung zu variieren. Das würde nicht nur die Elektronik vereinfachen, sondern auch den Stromverbrauch senken. Eine andere Idee von Cooks ist, ein System zur Hoch-



AUFsätze

Abbildung 7: Ausschnitt aus einem Massenspektrometer, das kleiner ist als $1\ \text{cm}^3$: Das Foto (oben) zeigt von links: die Ionisationskammer, Elektroden zur Fokussierung des Ionenstrahls und den Analysator, der aus zehn Paaren von Ablenkelektroden und dem Detektor besteht. Nur Ionen einer bestimmten Geschwindigkeit passieren den Kanal zwischen den Ablenkelektroden und gelangen zum Detektor. Ionen, die zu schnell oder zu langsam sind, stoßen gegen die Elektroden und entladen sich, wie die Computersimulation (unten) zeigt.

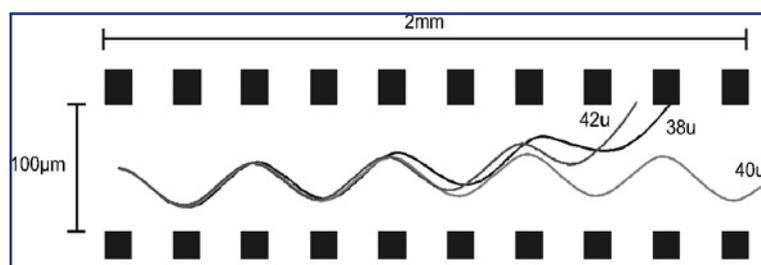
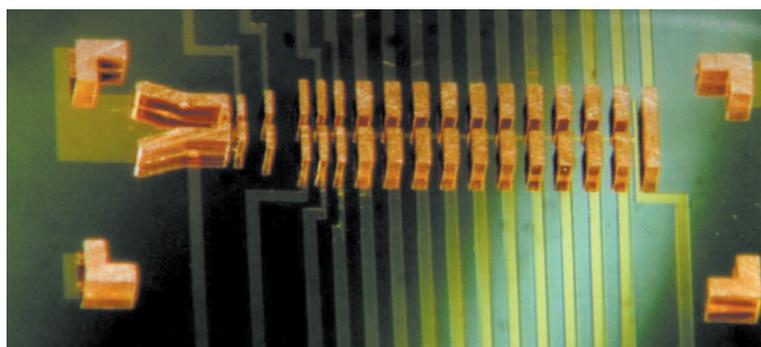
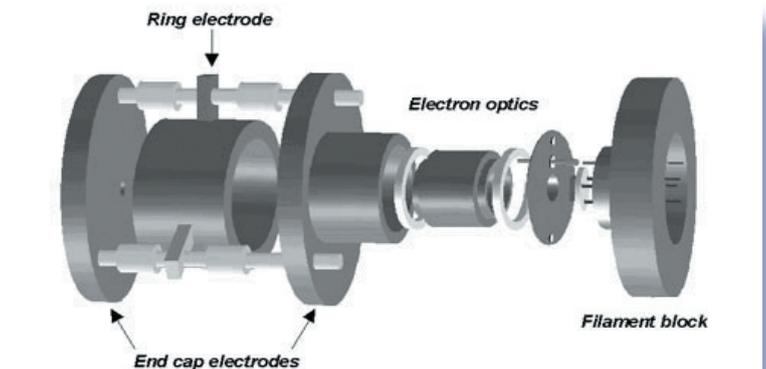


Abbildung 8:
Miniaturisierte Ionenfallen besitzen ver-
glichen mit konventionellen eine ver-
einfachte Geometrie: Die Ringelektrode
ist ein einfacher Zylinder; die Elektro-
denkappen, durch die die Ionen ein-
und austreten, sind planar.



durchsatz-Analyse zu entwickeln: 96 Zylinderelektroden sollen so arrangiert werden, dass sie direkt eine Mikrotiterplatte mit 96 Probenkammern auswerten können. Die Radien von Cooks' Zylindern betragen zwischen zwei und fünf Millimeter. Eine Arbeitsgruppe um J. Michael Ramsey vom Oak Ridge National Laboratory hat – unabhängig von Cooks – Ionenfallen mit ähnlicher Geometrie, aber noch kleineren Radien von einem halben Millimeter entwickelt.

Massenspektrometer mit magnetischen Ionenfallen, die Ionen in einem homogenen Magnetfeld einfangen, gehören nicht zu den Zielgeräten der Miniaturisierung. Die Technik bietet zwar eine extrem hohe Auflösung und erreicht einen großen Massenbereich, braucht aber einen supraleitenden Magneten und stellt extrem hohe Anforderungen an das Vakuum. Eine verkleinerte Variante – mit Maßen von $46 \times 30 \times 9$ cm – hat die Arbeitsgruppe von Dan Dietrich am kalifornischen Lawrence Livermore National Laboratory entwickelt.

Sektorfeldmassenspektrometer

In einem hochauflösenden Sektorfeld-MS passiert der Ionenstrahl sowohl ein magnetisches als auch

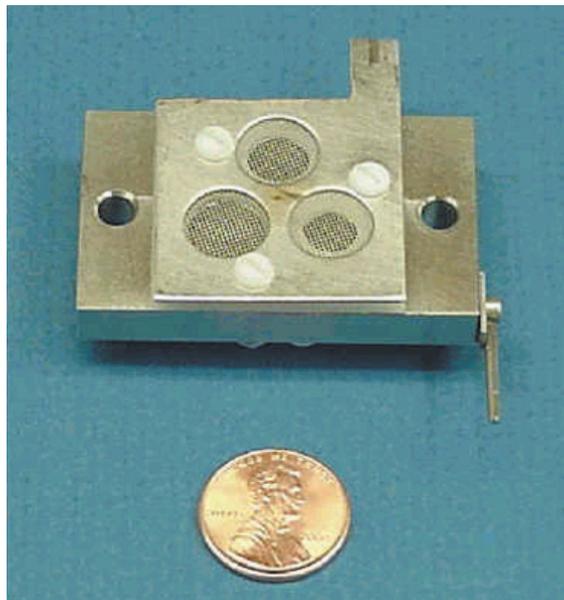
ein elektrisches Sektorfeld. Das Magnetfeld lenkt die Ionen auf eine Kreisbahn ab, deren Radius vom Masse-Ladungs-Verhältnis abhängt; das elektrische Feld trennt die Ionen nach ihrer kinetischen Energie. Beide Felder fokussieren den Ionenstrahl.

Bedingt durch die Magneten sind Sektorfeld-MS größer als andere MS-Typen. Von Vorteil für die Miniaturisierung ist, dass Sektorfeld-Geräte im Gegensatz zu Quadrupol- und Ionenfallen-MS nicht mit Wechselspannung arbeiten. Das vereinfacht zumindest die Miniaturisierung der elektronischen Ausstattung. Werden kleine Permanentmagnete statt der in Laborgeräten üblichen großen Elektromagneten verwendet, reduzieren sich elektronisches Zubehör und Stromverbrauch weiter. Für ein doppelt-fokussierendes Mini-Sektorfeld-MS hat Mahaveda Sinha vom Jet Propulsion Laboratory der NASA einen elektrostatischen Minisektor entwickelt, der aus einem einzigen Stück Keramik hergestellt wird und nur 30 Kilogramm wiegt.

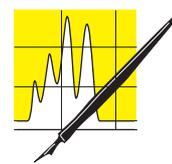
MS-on-a-chip?

Die Miniaturisierung hat nahezu alle Typen von Massenspektrometern erfasst, wenn gleich einige besser dafür geeignet sind als andere. Einen Überblick gibt www.mslinks.com: Unter „Products/Instruments“ finden Interessierte Informationen zu portablen Massenspektrometern und Angaben zu deren Herstellern. Massenspektrometer, die auf einen Chip passen, sind noch nicht dabei. Doch Cooks' miniaturisierte Ionenfallen, das Mikro-Quadrupol-MS von Taylor und Syms sowie das Mikro-MS mit dem ungewöhnlichen Analysator der Harburger Arbeitsgruppe von Müller sind Schritte zum MS-on-a-chip. Diese drei Entwicklungen zeigen: Mikrosystemtechniker müssen Einfallsreichtum beweisen, denn die konventionellen Systeme können sie nicht beliebig verkleinern. Die Miniaturisierung verlangt neue Konzepte für Ionisationskammer, Analysator und Detektor sowie andere Materialien und Herstellungsverfahren. Die Vorteile der MS-on-a-chip-Technik liegen auf der Hand: Chips vereinfachen nicht nur die Analyse vor Ort, sondern lassen sich auch in automatisierten Verfahren preisgünstig in großer Menge herstellen. Ein solches Massenspektrometer könnte sich dann jeder leisten.

Abbildung 9:
Ein Array aus
drei zylindrischen
Ionenfallen mit
verschiedenen Ra-
dien: 5 mm, 4 mm
und 3,5 mm (die
Abbildungen ent-
stammen den im
Text genannten
Quellen).



Die Spuren des griechischen und römischen Bleibergbaus



Udo Heitzmann, Frankfurt

Aus nahezu allen Kulturen sind Archive bekannt. Sie ermöglichen einen Rückblick in die Vergangenheit oder, ganz einfach, einen Blick in ein fernes Land durch das Zeitschriftenarchiv in einer Bibliothek. Geschichtliche Ereignisse werden durch die Bearbeitung von Archivmaterial verständlich, Stimmungen veranschaulicht, Bilder und Klänge durch Schallarchive wieder zugänglich gemacht. Diese Archive wurden von Menschen angelegt und sie werden heute von Menschen genutzt.

Auch in der Natur sind Archive angelegt. Immer wiederkehrende Prozesse haben Jahr für Jahr, häufig den Rhythmen von Naturereignissen folgend, Archivalien hinterlassen, die ausgewertet werden können. Das vermutlich bekannteste Naturarchiv ist in den **Jahresringen** eines Baumes „abgelegt“. Die Jahresringe können ausgezählt und zeitlich zugeordnet werden. Abstand und Dicke der Ringe, die Struktur einzelner Zellen und die Isotopenverhältnisse von Sauerstoff geben Aufschluß über Nährstoffversorgung, Schadstoffeinflüsse oder die Klimaverhältnisse vergangener Jahrhunderte und Jahrtausende.

Die Archive der Natur

Die **Sedimentschichten von Seen** und ehemaligen Seen können ebenfalls „gelesen“ und Rückschlüsse auf Landschaftsveränderungen gezogen werden. Beispielsweise zeigen Pollenanalysen aus einzelnen Schichten an, in welchen Zeiträumen Wälder, Wiesen oder nicht bewachsener Fels die Umgebung dieses Archives dominiert haben. Die Zusammensetzung der anorganischen Bestandteile und ihr Verhältnis zum organischen Gehalt des Sediments gestatten eine Aussagen über die Landschaftsstruktur: War die Landschaft erosionsfördernd, kahl und ohne Bewuchs oder erosionsmindernd, mit Sträuchern und Bäumen bewachsen.

Das langsame Wachsen eines **Moores**, der schichtenweise **Aufbau** einer Koralle und die jährliche Zunahme der **Eisschichten** an Arktis und Antarktis sind weitere periodische Prozesse, deren materielles Ergebnis durch externe Einflüsse (Temperatur, Niederschlag, Nährstoffangebot) geprägt wird und deren Struktur sie diesen Einflüssen gegenüber zu hervorragenden Archiven macht. Voraussetzung für die heutige Nutzung ist jedoch, daß der periodische Aufbau von Archivsegmenten weder durch natürliche, noch durch anthropogen verursachte Einflüsse gestört wurde.

Gab es die ursprüngliche Bleikonzentration ?

Vor dem Auftreten des Menschen in der Erdgeschichte wurde die Umwelt ausschließlich durch Naturprozesse gestaltet: Temperatureinflüsse, Materialtransport durch Oberflächenwasser und Lösevorgänge durch heißes und unter hohem Druck stehendes Tiefenwasser, Wind, Vulkanausbrüche und Waldbrände wirkten auf die Erdoberfläche und verteilten Mineralien, Gesteine und Erze. Diese Naturprozesse führten zur Verarmung an Verbindungen und Elementen in den einen Region und zu ihrer Anreicherung in anderen Regionen der Erde. Mit dem Eintritt des Menschen in die Erdgeschichte wurden diese Einflüsse um einen anthropogen verursachten Anteil erweitert.

Blei im Sediment schwedischer Seen

In mehreren Veröffentlichungen aus Schweden wurde über die Bleianalysen von zeitlich datierten Sedimentschichten aus Seen berichtet. Die Probenahme erfolgte in mehreren Versuchsphasen während der Jahre 1986 bis 1999 und die ersten Ergebnisse wurden 1994 vorgestellt [1]. In diesem Bericht wird über die Messungen an zwei Probensamples von Sedimentkernen referiert:

Das erste Probensample, das aus 19 schwedischen Seen entnommen wurde diente dazu, die Belastungsentwicklung des „vorindustriellen Zeitalters“ zu rekonstruieren. Damit war der Zeitraum von 600 BC bis AD 1800 gemeint. Das zweite Probensample aus 112 weiteren Seen wurden analysiert, um die Belastungsentwicklung im Zeitraum AD 1600 – AD 1800 und im 20. Jahrhundert festzustellen.

Zusätzlich wurden in zwei Sedimentproben aus dem ersten Probensample Analysen durchgeführt, um die Veränderung der Bleikonzentration im Zeitraum 10 000 v.Chr., dem Ende der letzten Eiszeit, bis 3 000 v.Chr., zu bestimmen. Diese Messwerte bewegten sich zwischen 2 und 15 $\mu\text{g/g}$ Trockengewicht, wurden als „background“ bezeichnet und mit einem Durchschnittswert von $<10 \mu\text{g/g}$ Trockensubstanz angegeben.

Der Autor:

Der Chemotechniker Udo Heitzmann arbeitet seit über 20 Jahren in einem chemisch-analytischen Labor der Stadtverwaltung Frankfurt und beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der Kulturgeschichte des Elementes Blei.



Etwa ab dem Zeitpunkt 600 BC ist in den Sedimenten mehrerer Seen ein deutlich nachweisbarer Anstieg der Bleikonzentration zu erkennen. Sie erreicht um das Jahr 0 ein Maximum mit dem 5-fachen der background-Konzentration. Danach fällt die Bleikonzentration für 5 Jahrhunderte wieder ab. Ein erneuter Anstieg beginnt um das Jahr 1000 AD.

In zwei weiteren Veröffentlichungen [2, 3] werden Messergebnisse der Sedimente aus 31 schwedischen und einem russischen See diskutiert. Neben der Bleikonzentration wurde zusätzlich das Bleiisotopenverhältnisse $^{206}\text{Pb} / ^{207}\text{Pb}$ in den Proben bestimmt. Die Verfasser schreiben, dass Blei aus schwedischen Erzen und Gesteinen ein relativ hohes $^{206}\text{Pb} / ^{207}\text{Pb}$ -Verhältnis aufweist – im Gegensatz zu Blei aus dem europäischen Festland oder den britischen Inseln. Deshalb sollte es durch die Messung des Blei-Isotopenverhältnis in den Sedimentschichten möglich sein, den Beginn des Eintrags von „fremdem“ Blei genauer zu erkennen, als das bisher der Fall war. Und es sollte möglich sein, mit Hilfe eines aus den Isotopenverhältnissen gewonnenen Faktors, die gemessene Bleikonzentration um den Anteil des „einheimischen“ Bleis zu bereinigen und dadurch den tatsächlich aus Europa eingetragenen Anteil sicher zu ermitteln. Für diese Untersuchungsserie wurde als durchschnittlicher Blei-background-Wert des Zeitraums 10.000 BC bis 2.000 BC $7 \mu\text{g/g}$ Trockensubstanz ermittelt.

Das Bleiisotopenverhältnis beginnt sich in einigen Seen in den Sedimentschichten, die ein Alter von 3500 – 3000 Jahre haben, zu ändern – ohne dass eine analytisch abgesicherte Zunahme der Bleikonzentration zu erkennen wäre. Hier bewährte sich die Isotopenmessung, im Gegensatz zur Konzentrationsmessung, als das empfindlichere Verfahren, um Veränderungen zu erkennen. Erst gegen 600 BC kann

in fast allen Seen eine Veränderung der Bleikonzentration festgestellt werden: Sie beginnt anzusteigen und erreicht um das Jahr 0 ein Maximum von $10 - 20 \mu\text{g/g}$ Trockensubstanz. Dabei ist ein deutliches Nord-Süd-Gefälle zu sehen: Niedrigere Werte im Norden und höhere Werte im Süden. Während der folgenden vier Jahrhunderte fällt die Bleikonzentration dann wieder ab. Eine erneute Zunahme ist ab dem Jahr 900 AD in einigen Seen festzustellen. Die Bleikonzentration steigt von $1 \mu\text{g/g}$ Trockensubstanz im Jahr 900 AD auf $10 \mu\text{g/g}$ Trockensubstanz im Jahr 1200 an.

Blei im Grönlandeis

Im Jahr 1969 erschien eine Veröffentlichung, in der berichtet wurde, dass Grönlandeis mit Blei aus europäischen Bergbau- und Industriegebieten belastet sei [4]. Diese Pionierarbeit stellte höchste Ansprüche an die Analytik, galt es doch, Bleigehalte in der Größenordnung von Picogramm / Gramm Grönlandeis nachzuweisen. Es fehlte anfänglich nicht an Kritiken, die die Behauptung eines anthropogen verursachten Bleieintrags über die Atmosphäre in Frage stellten. Nachfolgeuntersuchungen, die im Verlaufe des GRIP-Projektes durchgeführt worden sind bestätigten jedoch den Nachweis von Spuren atmosphärisch eingetragenen Bleis im Grönlandeis [5]. GRIP (Greenland Ice Core Project) begann im Jahr 1989 und im Verlauf des Projektes wurde der Grönlandeispanzer bis in eine Tiefe von 3029 m vollständig durchbohrt. Segmente des Bohrkern-Archivs wurden zeitlich datiert und durch mehrere Arbeitsgruppen unter sehr unterschiedlichen Fragestellungen untersucht: Der Säureeintrag und die Korrelierung mit erdgeschichtlich nachweisbaren Vulkanausbrüchen, die Analyse von Fluorid zur Ermittlung des globalen Fluorkreislaufs,

Tabelle 1:
Die Tabelle ist eine durch den Verfasser veränderte Darstellung aus [6]. Die älteste Probe entstammt einer Tiefe von 650 cm und hat ein Alter von 14500 Jahren.

Entnahmetiefe der Proben [cm]	Alter der Proben konventionelles ^{14}C -Alter BP (Before Present) ist das Jahr 1950 [^{14}C yr BP]	Kalibriertes Alter der Probe [Kalenderjahre BP]	Bemerkungen	Bleikonzentration in der Trockensubstanz [$\mu\text{g/g}$]
Oberflächennahe Schicht			Maximalwerte in den Jahren 1905 und 1979	$80 - 90 \mu\text{g/g}$
36-39 cm	240 +/- 20	289		ca. $30 \mu\text{g/g}$
140-150 cm	3.000 +/- 30	3.170 – 3.206	Deutlich erkennbare Zunahme der Bleikonzentration. Der Verlauf der Scandiumkonzentration folgt nicht mehr dem Verlauf der Bleikonzentration	
405-253 cm	ca.5000 – 8.000	ca. 6.000 – 9.000	In diesem Zeitraum werden die niedrigsten Bleiwerte gemessen	0,28 +/- $0,05 \mu\text{g/g}$
430-440 cm	8.230 +/- 30	9.210	Vulkanausbruch im Zentralmassiv der Alpen	ca. $1 \mu\text{g/g}$
550-560 cm	10.590 +/- 50	12.521	Auffallend hohe atmosphärische Staubkonzentration	$5 - 6 \mu\text{g/g}$
640-650 cm	12.370 +/- 50	14.457	Ausgangswerte	ca. $2 \mu\text{g/g}$

die Bestimmung von Calcium als Indikator für den kontinental verursachten Stoffeintrag, Sauerstoffisotopenverhältnisse zur Rekonstruktion der globalen Klimageschichte und Schwermetallbestimmungen zur Ermittlung anthropogen verursachter Belastungen mit globaler Wirkung waren einige der Projekte, deren Bearbeitung GRIP ermöglichte.

Die Arbeitsgruppe, die den Eintrag von Schwermetallen bearbeitete, analysierte 22 Abschnitte des Eiskerns. 14 Abschnitte aus den Tiefen 511 m bis 349 m (Alter der Proben: ca. 2300 Jahre bis 1775 Jahre). 2 Abschnitte aus den Tiefen 619 m bis 569 m (Alter der Proben: ca. 3000 Jahre bis ca. 2500 Jahre). 5 Abschnitte aus den Tiefen 349 m bis 129 m (Alter der Proben: 1520 Jahre bis ca. 470 Jahre) und einen Abschnitt aus einer Tiefe von 1286,5 m. Diese Tiefe entspricht einem Alter von etwa 7760 Jahren.

In der ältesten Probe wurde eine Bleikonzentration von 0,55 $\mu\text{g/g}$ Eis gemessen. Leider waren die angrenzenden Schichten für datierbare Bleimessungen nicht geeignet, sodass über einen 5000 Jahre langen Zeitraum keine Messwerte erhalten wurden. Die erste Probe, die wieder datiert und gemessen werden konnte, hat ein Alter von 2960 Jahren. Ihre Bleikonzentration ist vergleichbar mit der zuerst genannten 5000 Jahre älteren Probe. Erst weitere 400 Jahre später, also um das Jahr 500 v. Chr., beginnt die Bleikonzentration auf Werte von 2 $\mu\text{g/g}$ zu steigen. Dieses Niveau wird 800 Jahre gehalten und fällt dann auf 0,7 $\mu\text{g/g}$ ab. Ab 500 n. Chr. bis 1500 n. Chr. steigt die Bleikonzentration zu einem weiteren Maximum an.

Blei in einem Schweizer Hochmoor

Zwei Eigenschaften weisen ein Hochmoor als geeignetes Archiv zur Rekonstruktion des atmosphärischen Bleieintrags aus: Ein Hochmoor verfügt über keine Verbindung zum Grundwasser, so dass der gesamte Stoffeintrag – Wasser, Nährstoffe, Schadstoffe – ausschließlich über die Atmosphäre erfolgt. Außerdem besitzt die Torfsubstanz eines Moores die Fähigkeit, Schwermetalle zu fixieren. Blei gegenüber ist dieses Adsorptionspotential besonders ausgeprägt, wodurch eine vertikale und horizontale Mobilisierung nach der Deposition nahezu ausgeschlossen ist.

Wissenschaftler der Universität Bern analysierten die im Abstand mehrerer Zentimeter entnommenen Proben aus einer 650 cm dicken Torfschicht aus einem Hochmoor des Schweizer Jura (Etang de la Gruere) [6]. Von den einzelnen Proben wurde das Alter bestimmt und der Bleigehalt gemessen, um mit Hilfe dieser Messwerte die Entwicklung der Bleideposition aus der Atmosphäre zu rekonstruieren (siehe Tabelle 1).

Im Verlauf des Untersuchungsprogramms wurde neben Blei auch der Gehalt an Scandium gemessen. Dieses Element wurde als Indikator für Böden, bzw. den Eintrag von verwittertem Boden angesehen. Den Messwerten ist zu entnehmen, dass in den Proben, die in einer Tiefe von 145 cm und darunter entnommen

worden sind, der Verlauf der Scandium-Konzentration dem Verlauf der Blei-Konzentration folgt. Die Schlussfolgerung, die hieraus gezogen wurde ist: Bis zu einem Zeitpunkt vor etwa 3.000 Jahren, dies entspricht der Tiefe von 145 cm, wurde Blei als Spurenbestandteil verwitterter Böden über die Atmosphäre in das Moor eingetragen. Ab einer Tiefe von 145 cm beginnt sich das Sc / Pb - Verhältnis zu ändern: Scandium folgt nicht mehr dem Konzentrationsverlauf von Blei. Die Verfasser folgern, dass ab diesem Zeitpunkt eine zusätzliche Emissionsquelle für Blei in Erscheinung tritt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungsprogramme lassen einige interessante Aussagen zu: Eine „ursprüngliche“ Bleikonzentration hat es nie gegeben. Vor dem Beginn der Naturgestaltung durch den Menschen haben Naturereignisse den Bleigehalt der untersuchten Medien nach höheren und nach niedrigeren Konzentrationen verändert. Nach einem sehr langen Zeitraum mit konstant niedrigen Bleiwerten begann vor etwa 2500 Jahren ein allmählicher Anstieg der Bleikonzentration, der zu einem ersten erkennbaren Peak um das Jahr 0 führte.

Nachdem diese Messwerte vorliegen stellt sich die Frage, wie weit sich die Arbeitsergebnisse der Umweltanalytiker mit den Ergebnissen von Archäologen, die mit völlig anderen Methoden die Geschichte des antiken Bergbaus zu rekonstruieren versuchen, decken.

Die ersten Fundstücke von metallischem Blei

Die ältesten Fundstücke metallischen Bleis sind aus den Kulturen des kleinasiatischen, mesopotamischen und ägyptischen Kulturraums bekannt. Der russische



Abbildung 1: Diese Figur gilt als die älteste künstlerische Darstellung aus Blei. Copyright: The British Museum



Wissenschaftler Prof. Wladimir W. Krysko, der sich während mehrerer Jahrzehnte mit dem Element Blei beschäftigte und unzählige Hinweise über dessen Geschichte, seine technischen Verwendungsmöglichkeiten und über die Bedeutung von Blei in der Kunst gesammelt hat vermutet, dass die älteste künstlerische Darstellung aus Blei, die je gefunden wurde, eine etwa 5 cm große Frauenfigur ist.

„Die älteste künstlerische Darstellung in Blei, die je gefunden wurde, ist die 5 cm große Figur einer Frau. ...“. Man entdeckte sie im Tempel des Osiris zu Abydos und datiert sie in die Prähistorische Periode Oberägyptens vor 3800 v.Chr. Sie ist anscheinend aus einem Stück Blei geschnitzt, ganz in Analogie zu Steinfiguren [7].

Das Britische Museum, in dessen Archiv die Figur lagert, bietet für diese Datierung heute jedoch keine Gewähr. Als sich der Verfasser dieses Artikel darum bemühte von der Figur eine Fotografie zu erwerben erhielt er diese mit dem Zusatz, „die Blei Figur EA 32 138 wurde 1899 erworben ohne einen bekannten Ursprung. Die Zuschreibung zu Abydos ist rein spekulativ. ... Die Datierung erfolgte aus stilistischen Gründen in das Jahr 3100 BC. ...“

Interessanterweise ist der Reinheitsgehalt dieser Bleifigur sehr hoch. Man vermutet, dass dieses Blei bereits einem Aufbereitungsprozess zur Entfernung von Verunreinigungen unterworfen worden ist. Genauere Nachuntersuchungen sind leider nicht mehr möglich, da die Figur mit einer Schutzschicht versehen im Archiv des Britischen Museums lagert.

Ein weiterer Fund aus metallischem Blei hat in der wissenschaftlichen Literatur ebenfalls eine besondere Beachtung hervorgerufen. Bei Çatal Hüyük (Gabel Hügel), einer neolithischen Ausgrabungsstätte im Südosten der Türkei wurden aus einer Schicht, deren Alter auf etwa 8000 Jahre datiert ist, mehrere bearbeitete Fundstücke geborgen. Unter anderem zahlreiche „Bleiperlen“ – so die erste Beschreibung dieses Fundes durch den Ausgrabungsleiter James Mellaart [8]. Jahrzehnte lang galten diese „Bleiperlen“ als die ältesten Fundstücke aus metallischem Blei und diese Charakterisierung fand auch in den „Blei-Band“ von „Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie“ Eingang. Jahre später stellte sich bei einer Nachuntersuchung heraus, dass es sich bei diesen „Bleiperlen“ in Wirklichkeit nicht um Blei, sondern um Bleiglanz, eine Blei-Schwefel-Verbindung gehandelt hat [9].

Eine bergbauliche Tätigkeit mit überregionaler Bedeutung, die zu einem nennenswerten Ausstoß von Blei in die Umwelt geführt hat, dürfte aber weder der ägyptischen, noch der kleinasiatischen Bleigewinnung zuzuordnen gewesen sein.

Bleigewinnung bei den Griechen

Eine folgenreichere Entwicklung nahm die Bleigewinnung im europäischen Raum. Als berühmtestes Bergbauggebiet des Altertums ist die Gegend um die

Stadt Laurion auf der attischen Halbinsel, ca. 40 km südöstlich von Athen, in die Geschichte eingegangen. Hier verfügt der Bleibergbau über eine sehr lange Tradition, die vermutlich bis in den Zeitraum 3.000 v.Chr. zurück reicht, aber erst unter der griechischen Herrschaft eine überregionale Bedeutung erlangt hat. Aus zahlreichen Fundstellen des Mittelmeerraumes sind Bleiobjekte bekannt, deren Rohstoff in den Minen von Laurion gefördert worden ist. Wurden anfänglich nur die oberflächennahen Erzgänge im Tagebau abgebaut, so durchsetzte zum Höhepunkt des attischen Bergbaus (400 v.Chr. - 500 v.Chr.) ein System von mehr als tausend abgeteuften Schächten, waagrecht verlaufenden Stollen, Kanälen, Waschanlagen, Pochwerken und Öfen das etwa 200 km² große Gebiet.

Die Bergleute im Laurion, oftmals Kinder, waren Sklaven. Das Land gehörte der Stadt Athen, die es an reiche Einwohner verpachtete oder verkaufte und den Erzbergbau dadurch als bedeutende Einnahmequelle nutzen konnte. Auch die Besitzer von Sklaven profitierten vom Bergbau, konnten sie diese doch als Arbeitssklaven verkaufen oder verleihen. Nahezu ohne Rücksicht auf die Menschen, geschweige denn die Umwelt, wurde „Silbererde“ dem Berg entrisen. „Silbererde“ war eine Umschreibung der Bleierze, denn der eigentliche Zweck des Bleibergbaus war nicht Blei sondern die Gewinnung von Silber, welches ein häufiger Begleiter von Bleierzen ist. Durch den Bergbau entstanden riesige Abraumhalden und große Mengen bleihaltiger Schlacke, von denen ein Teil in das Meer gelangte. Unter dem Einfluss von Salzwasser bildeten sich im Laufe der Zeit sekundäre Bleimineralien, von denen der Laurionit (Bleioxichlorid; chemisches Symbol: $\text{PbCl}_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) sogar durch die Gegend seinen Namen erhalten hat. Der Bleigehalt der Schlacken und das in den Erzgängen verbliebene Blei waren immer noch so bedeutend, dass im 19. Jahrhundert für einige Jahre die Bleigewinnung wieder aufgenommen wurde. Die Epoche des attischen Bergbaus entspricht dem Zeitraum, in welchem ein Anstieg der Bleikonzentration in den Umweltarchiven gemessen wird.

Bleigewinnung bei den Römern

War bei den Griechen die Gewinnung von Blei der Silbergewinnung untergeordnet, so entwickelte sich in römischer Zeit das Element Blei zum begehrten und planmäßig gesuchten Rohstoff, der vorwiegend für die Ausrüstung von Schiffen (als Ankermaterial und als Schiffsbekleidung) und für die Produktion von Wasserleitungen verwendet wurde. Eines der ersten Länder, dessen Blei- und andere Erzvorkommen ausgebeutet wurden, war Spanien. Ab 200 v.Chr. begann sich die römische Herrschaft über den größten Teil des Landes und die bereits vorhandenen Erzminen auszubreiten und im Laufe der folgenden zwei Jahrhunderte entwickelten sich Spaniens Bergwerke zur wichtigsten Rohstoffquelle für Gold, Kupfer und Blei. Schriftliche Zeugnisse aus jener Zeit finden sich bei Plinius.

„Nachdem man Stollen über weite Strecken getrieben hat, höhlt man Berge unter Lampenlicht aus; dies dient auch als Maß für die Dauer der Wachen, und viele Monate lang sieht man die Tageshelle nicht. ... Risse senken sich plötzlich und verschütten die Arbeiter, so dass es schon weniger waghalsig erscheint, aus der Tiefe des Meeres Perlen und Purpurschnecken zu holen. Um soviel gefährlicher haben wir die Erde gemacht! Man lässt deshalb häufig Gewölbebögen stehen, um die Berge zu stützen. ... Nach vollendeter Arbeit schlägt man die Stützen der Bögen, beim entferntesten beginnend, weg. Das erste Zeichen gibt eine Spalte, und diese bemerkt ein auf dem Gipfel stehender Wächter. Dieser lässt mit Stimme und Winken die Arbeiter heraufrufen und eilt selbst gleich vom Berge herab. Der zerbrochene Berg fällt weithin auseinander mit einem Krachen, das vom menschlichen Sinn nicht erfasst werden kann, zugleich auch mit einem unglaublichen Windstoß. Als Sieger blicken die Bergleute auf den Einsturz der Natur...“ [10].

Neben schriftlichen Quellen sind Funde von Bleibarren eine wichtige Informationsquelle. Sie liefern Hinweise über antike Handelsbeziehungen, da zahlreiche Barren an ihrem Produktionsort mit Stempeln oder Inschriften versehen worden sind. Beispielsweise wurde als Herkunftsland von Bleibarren, die aus einem römischen Schiffswrack vor der bretonischen Küste geborgen worden sind, „Britannia“ nachgewiesen und Bleibarren aus einem vor Caesarea geborgenen Wrack konnten Dank ihrer Kennzeichnung einem Bergbauggebiet des ehemaligen Jugoslawien zugeordnet werden.

Die spanischen Gruben wurden um das 1. und 2. Jahrhundert n.Chr. aufgegeben, da sie unrentabel wurden. Die erschließbaren Bereiche waren ausgeerzt und ein tieferes Eindringen in die Erde scheiterte am Problem der Wasserhaltung [11].

Abbildung 2: Dieses Einlaufbauwerk bei Soucieu-en-Jarret ist Teil einer Wasserleitung zur Versorgung der römischen Stadt Lugdunum (Lyon) in Frankreich. Das Wasser floss durch eine Hochleitung und wurde in diesem Bauwerk in mehrere Druckleitungen aus Blei eingespeist. Die Bleileitungen wurden auf Rampen gelagert und führten auf die gegenüberliegende Talseite.



Nach dem Versiegen der spanischen Rohstoffquellen wurde England nach der Eroberung unter Kaiser Claudius (etwa 50 n.Chr.) zum Bleiexporteur Nummer 1 im römischen Reich. Private und staatliche Fabriken zur Herstellung von Bleirohren erlebten eine wirtschaftliche Blüte. Bleirohre wurden verwendet, um Trinkwasser aus öffentlichen Verteilerbecken in die verschiedenen Stadtbezirke zu leiten, für die Wasserverteilung in den Gebäuden und um Druckleitungen (Dükker) zu bauen (Abbildung 2). Druckleitungen sind Rohre, die in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung eingesetzt werden um Geländesenken zu durchfahren. Die römischen Bauingenieure verwendeten diese Bauelemente, wenn die Wasserleitung durch ein Tal geführt werden musste und der Bau eines Aquäduktes an dieser Stelle als unrealisierbar angesehen wurde. Allein für die Herstellung mehrere Druckleitungen zur Versorgung der römischen Stadt Lugdunum (heute: Lyon) wurden vermutlich 35 000 bis 40 000 Tonnen Blei benötigt.



Abbildung 3: Verteilerbecken - auch Wasser Schloss oder Castellum. In diesem Bauwerk endete die Wasserleitung zur Versorgung der römischen Stadt Nemausus (Nimes) in Frankreich. Von hier aus wurde das Wasser durch 10 mächtige Bleileitungen in die Stadtbezirke verteilt. Das Pont du Gard ist das bekannteste Bauwerk des Wasserversorgungssystems von Nemausus.

Literatur

- [1] Renberg,I., Persson,M.W., Emteryd,O. Nature 368, 323-326 (1994)
- [2] Brännvall,M.-L., Bindler,R., Emteryd,O., Renberg,I., Journal of Paleolimnology 25, 421-435 (2001)
- [3] Renberg,I., Bindler,R., Brännvall,M.-L., The Holocene 11,5 511-516 (2001)
- [4] Murozumi,M., Chow,T.J., Patterson,C.C., Geochim. cosmochim. Acta 33, 1247-1294 (1969)
- [5] Hong,S., Candelone,J.-P., Patterson,C.C., Boutron,C.F., Science 265, 1841-1843 (1994)
- [6] Shotyk,W., Weiss,D., Appleby,P.G., Cheburkin,A.K., Frei,R., Gloor,M., Kramers,J.D., Reese,S., Van Der Knaap,W.O., Science 281, 1635-1640 (1998)
- [7] Krysko,W.W., Blei in Geschichte und Kunst, Dr.Riederer-Verlag GmbH, Stuttgart. (1979)
- [8] Mellaart, J. Çatal Hüyük. Stadt aus der Steinzeit, Gustav Lübbe Verlag
- [9] Sperl,G. Zur Urgeschichte des Bleis. Zeitschrift für Metallkunde, Bd .81, H.11 799-801 (1990)
- [10] Plinius NH XXXIII 74 u. 78; zitiert nach: Weeber,K.-W., Smog über Attika. Büchergilde Gutenberg (1990)
- [11] Meier,S.W., Blei-Fernhandel in römischer Zeit (2.Jh.v.Chr. - 4.Jh.n.Chr.), Helvetia Archaeologica 28, 2-14 (1997)



Labors für spezielle Aufgaben 17

Feinstrukturen im Mikro- und Nanobereich – Wege zu besseren Kunststoffen

Ein wichtiger Trend bei der Entwicklung von Kunststoffen mit verbesserten Eigenschaften ist die Arbeit an den Feinstrukturen im Mikro- und Nanobereich. Seit langem ist bekannt, dass zum Beispiel kristalline Bereiche in einem Kunststoffteil wichtige Kenndaten wie Festigkeit, Zähigkeit oder das Temperaturverhalten positiv beeinflussen können. Zur Erforschung dieser Eigenschaften und ihrer Abhängigkeit vom Aufbau des Kunststoffmaterials bedient man sich vorwiegend physikochemischer und physikalischer Methoden. CLB sprach bei der BASF, Ludwigshafen, mit Dr. Walter Heckmann, Manager F&E Polymere Mikrostrukturen, und Dr. Thomas Frechen, Laborleiter Polymere Mikrostrukturen.

Dr. Heckmann beschreibt die Zielsetzung seiner Abteilung: „Die vordringliche Aufgabe der Polymerphysik ist es, Polymere nach

dem neuesten Stand der Messtechnik zu charakterisieren und in enger Zusammenarbeit mit den präparativ und anwendungstechnisch ausgerichteten Einheiten in Forschung, Entwicklung und Produktion Struktur-Eigenschaftsbeziehungen aufzudecken. Die BASF ist traditionell stark auf praktisch dem gesamten Polymergebiet. Wir bearbeiten deshalb nicht nur Standardkunststoffe, sondern auch Spezialkunststoffe, die zum Beispiel bei hohen Temperaturen eingesetzt werden können oder die besonders hohe Festigkeiten aufweisen. Zu den Spezialpolymeren gehören auch Polymere für Kosmetik und medizinische Anwendungen. Diese Polymere sind häufig Copolymerisate mit hydrophilen und hydrophoben Bestandteilen, die ihnen oberflächen- und grenzflächenaktive Eigenschaften verleihen. Daneben bearbeiten wir Dispersionen zur Herstellung von Anstrich- und Klebstoffen, deren Eigenschaften in komplexer Weise von der Teilchengrößenverteilung und vom Grenzflächencharakter der dispersen Phase abhängen.“

Arbeitsgebiet Polymerblends

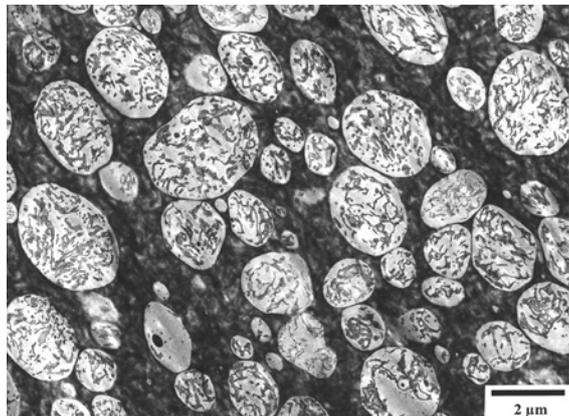
Ein wichtiges Arbeitsgebiet sind Polymerblends, also Mischungen von Polymeren. Man strebt an, zwei Polymere so miteinander zu mischen, dass die Endeneigenschaften des Blends die Eigenschaften der Ausgangspolymere übertreffen. Aber: Die meisten Polymere sind nicht miteinander mischbar, sondern müssen zuerst modifiziert werden, damit sie miteinander verträglich werden. Dies ist eine interdisziplinäre Aufgabe von Chemikern, Physikern und

Ingenieuren in der Kunststoffentwicklung. Entscheidend für die Anwendungseigenschaften eines Blends sind Größe und Verteilung der einzelnen Phasen. Zur Charakterisierung dieser morphologischen Eigenschaften verwendet man bei der BASF unter anderem die Transmissionselektronenmikroskopie (Bild 1). Wie erwähnt, müssen häufig Modifier eingesetzt werden, um eine gewisse Verträglichkeit und Phasenbindung zu erzielen. Deren Wirksamkeit wird mit spektroskopischen Methoden überprüft, zum Beispiel mit der IR-Spektroskopie. Die Phasenbindung lässt sich an Bruchflächen mittels Rasterelektronenmikroskopie gut beurteilen (Bild 2).

Eine Vielzahl physikalischer Prüfmethode

Die Abteilung verfügt über analytische und anwendungsorientierte Methoden. Heckmann zählt auf: „In diesem Hause sind alle nur denkbaren spektroskopischen Methoden vertreten, so zum Beispiel die hochauflösende Festkörper-NMR-Spektroskopie (Nuclear Magnetic Resonance), die NMR-Relaxationsspektroskopie sowie die Infrarot- und Ramanspektroskopie. Zur Charakterisierung von Oberflächen- und Grenzflächen sind Massenspektroskopie (TOF-SIMS) und ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) wichtige Methoden. Molekulargewichtsverteilungen werden mit Methoden der Flüssigchromatographie charakterisiert, wobei die moderne Wechselwirkungschromatographie zusätzlich Aufschluss über die chemische Zusammensetzung der Makromoleküle gibt.

Bild 1: TEM-Aufnahme eines PA/PPE-Blends. Das PPE ist mit einem Blockkautschuk zähmodifiziert. Der Polybutadienblock des Modifiers ist mit OsO_4 kontrastiert, die PA-Matrix wurde mit Phosphorwolframsäure (PWS) kontrastiert. (Der Modifier ist in der Fluoreszenzaufnahme nicht erkennbar.)



Zur Charakterisierung teilkristalliner Polymere ist die Röntgenstreuung (Weit- und Kleinwinkelstreuung) sehr nützlich. Für spezielle Fragestellungen haben wir auch Zugang zur Neutronenstreuung bzw. zu der Röntgen-Synchrotronstreuung. Hier nutzen wir die Beschleuniger in Grenoble, Jülich oder Hamburg. Wichtig sind auch Methoden zur thermischen Analyse von Polymeren, die Aufschluss über Glastemperatur, Aufschmelz- und Kristallisationsverhalten sowie über das thermische Abbauverhalten geben. Mit Lichtstreu- und Ultrazentrifugemethoden charakterisieren wir Teilchengrößenverteilungen in dispersen Systemen. Auch elektrokinetische Methoden sind für solche Systeme insbesondere zur Charakterisierung des Ladungszustands wichtig.

Zu den mehr anwendungsorientierten Methoden gehören die Charakterisierung der mechanischen und rheologischen Eigenschaften. Selbstverständlich bestimmen wir auch die elektrischen Eigenschaften polymerer Werkstoffe sowie die Permeation von Gasen und Flüssigkeiten durch Folien.“

Wässrige Systeme im Elektronenmikroskop

Dr. Thomas Frechen arbeitet über polymere Mikrostrukturen. Er beschreibt eines seiner Spezialgebiete: „Wir haben uns die Arbeitsgebiete in der Elektronenmikroskopie etwas aufgeteilt. Während Herr Heckmann mehr technische Kunststoffe, Dispersionsfilme und Polymerfilme untersucht, hat sich mein Labor spezialisiert auf wässrige Systeme. Wir arbeiten dabei mit Kryomethoden. Normalerweise kann man wässrige Systeme im Elektronenmikroskop nicht untersuchen. Wenn man aber einen einfachen Trick anwendet, nämlich das wässrige System schockgefriert, dann ist es im Elektronenmikroskop zugänglich für eine Abbildung. Wir haben uns also spezialisiert auf Dispersionen, Emulsionen und auch auf Pflanzen als wasserhaltige Systeme. Die Kryomethode ist eine sehr nützliche Methode, die schnell umzusetzen ist und Einblicke gibt in wässrige Systeme, wie man sie sonst nicht bekommen kann.“

Eine Papierstreichfarbe zum Beispiel enthält polymere Bindemittelteilchen und anorganische Füllstoffe, zum Beispiel

Bild 3: Kryo-REM-Aufnahme (Rasterelektronenmikroskopie) einer eingefrorenen wässrigen Papierstreichfarbe, die aus einer Polymerdispersion (kugelförmige Teilchen, dient als Bindemittel) und Pigment (hier: Schichtsilikat) besteht. Zu erkennen ist die Teilchenverteilung von Bindemittel und Pigment sowie ihre Wechselwirkung miteinander. Papierstreichfarben werden auf Papieren aufgebracht, um ihre Bedruckbarkeit zu verbessern.

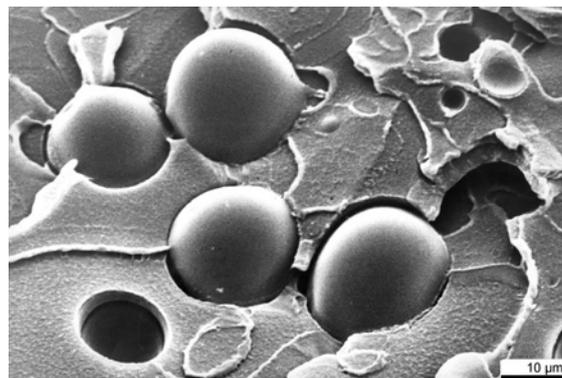
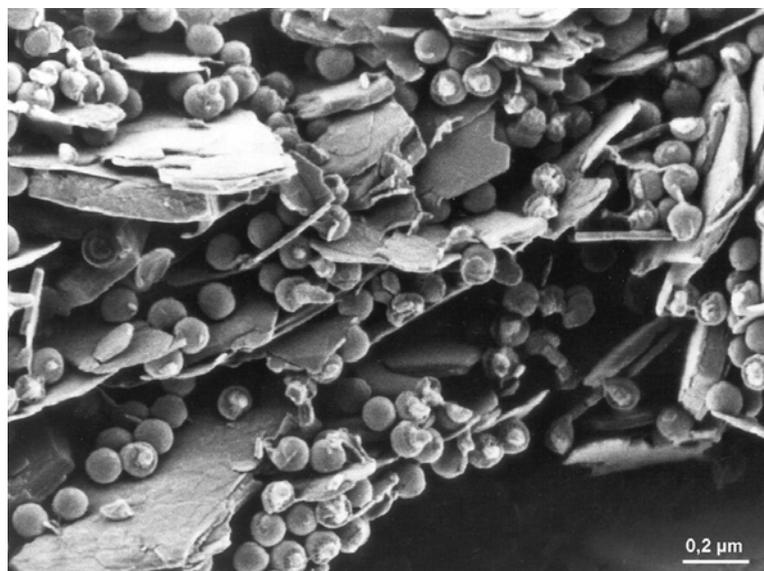


Bild 2: REM-Aufnahme der Bruchflächen eines Polymerblends mit schlechter Anbindung der dispersen Phase an die Matrix. Das REM wird bei glasfaserverstärkten Polymeren auch häufig zur Beurteilung der Glasfaser-Matrix-Haftung verwendet.

Schichtsilikatteilchen, die nach dem Auftragen auf das Rohpapier möglichst homogen im Papierstrich verteilt sein müssen. Neben verfahrenstechnischen Einflüssen entscheidet auch die ursprüngliche Teilchenverteilung in der wässrigen Streichfarbe über die Verteilung im Strich. Mittels Kryorasterelektronenmikroskopie lassen sich Aussagen über diese ursprüngliche Verteilung treffen (Bild 3).

Ein anderes Beispiel sind wässrige Mikronisate von β -Carotin oder Vitaminen, die durch spezielle Verfahren zu kleinsten Teilchen im Nanometerbereich dispergiert werden und dadurch dann dem Körper besser zugänglich sind.“ Auf die Zwischenfrage, was das noch mit Kunststoffen zu tun hat, meint er: „Das ist insofern ein Thema für uns, als man dazu ein Polymer braucht, und wenn es nur Gelatine ist, oder andere Biopolymere, um diese feinsten Teilchen in der Suspension stabil zu halten. Natürlich eignet sich die Elektronenmikroskopie nicht für alle Fragestellungen. Geht es zum Beispiel um die genaue Bestimmung einer Teilchengrößenverteilung, dann ist die Ultrazentrifuge die Methode der Wahl, überhaupt eine sehr gute Methode, um Dispersionen zu charakterisieren. Im Dichtegradientenlauf lassen sich sehr feine Dichteunterschiede feststellen, das heißt wenn man beispielsweise in

einer Dispersion Polymerteilchen hat, die sich in der Zusammensetzung und damit auch in der Dichte ein wenig unterscheiden, lassen sich diese unterschiedlichen Fraktionen mit Hilfe der analytischen Ultrazentrifuge auch bei gleicher Teilchengröße auftrennen.“

Lichtmikroskopie

Oft werden Kunststoffproben, bevor sie elektronenmikroskopisch untersucht werden, zunächst lichtmikroskopisch charakterisiert. Als ein nützliches Instrument hat sich dazu das Laser Scan-Mikroskop erwiesen. Heckmann erläutert: „Im Gerät wird als Lichtquelle ein Laserstrahl verwendet, der durch eine Faseroptik in das Mikroskop eingekoppelt wird. Der Laserstrahl wird durch das Objektiv auf das Objekt fokussiert und mit Hilfe eines Spiegelsystems über das Objekt gescannt. Das reflektierte Licht passiert ein Pinhole, eine Art Blende, die nur Licht aus der Fokusebene durchlässt. Demnach bildet man immer nur eine Ebene des Objekts ab, man spricht dann auch von einem optischen Schnitt. Bewegt man das Objekt in Richtung Objektiv, kann man in die Probe hineinfokussieren und so Informationen auch aus dem Probeninneren erhalten. Das geht natürlich nur, wenn die Probe einigermaßen transparent ist. Schließlich kann man einzelne optische Schnitte zu

3D-Bildern zusammensetzen, um so einen räumlichen Eindruck der Strukturen zu erhalten. Das Laser Scan-Mikroskop ist besonders interessant für Fluoreszenzuntersuchungen an mehrphasigen Polymerblends. Dabei kann eine Polymerkomponente eine Eigenfluoreszenz zeigen (Bild 4), oder man muss mit einem geeigneten Fluoreszenzfarbstoff behandeln, um eine der Phasen selektiv zu markieren.“

Atomic Force Microscopy (AFM)

Eine relativ junge Disziplin ist die Atomic Force Microscopy (AFM), die quasi seit ihren Anfängen Mitte der 80er Jahre auch in der BASF weiterentwickelt und angewendet wird. Mit ihr lässt sich fast atomare Auflösung erreichen. Heckmann: „Auf glatten Oberflächen lassen sich zudem mit dem AFM sehr feine Höhenunterschiede feststellen, die mit anderen Methoden kaum zugänglich sind, und – das ist ganz entscheidend – auch quantifizieren. Man hat also sowohl eine sehr hohe laterale Auflösung als auch Höhengauflösung in einem Gerät vereint.“ Besonders interessant: „Die Methode ist geeignet, um auf mikroskopischer Skala Unterschiede in den Moduli der Polymere zu detektieren, also zwischen hart und weich zu unterscheiden. Damit lässt sich zum Beispiel die Kautschukverteilung in einem zäh modifizierten Polymer ohne aufwändige Kontrastierung darstellen.“

Modifizierung verbessert die Eigenschaften

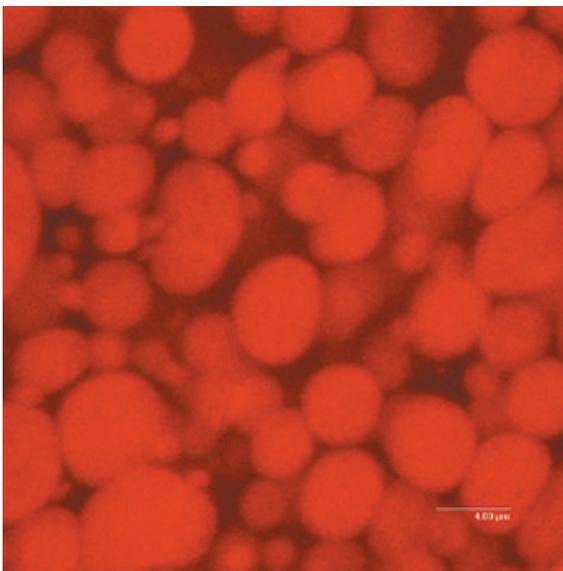
Kunststoffe werden zur Erhöhung der Festigkeit üblicherweise mit Glasfasern oder Kohlenstofffasern verstärkt. Eine aktuelle Entwicklung ist die Verstärkung mit Schichtsilikaten, die auf einer Nanometerskala im Polymer dispergiert sind. Heckmann erläutert: „Zur Dispergierung zum Beispiel in Polyamid wird das Monomer zwischen die Schichten des Silikats (zum Beispiel Montmorillonit)

eingelagert und dann polymerisiert. Es ergibt sich eine sehr feine Verteilung des Schichtsilikats mit einem hohen Längen- zu Dickenverhältnis (L/D-Verhältnis). Zur Erreichung eines hohen Moduls und einer hohen Festigkeit sind hohe L/D-Verhältnisse anzustreben. Mit Glasfasern erreicht man ein L/D-Verhältnis zwischen 20 und 30, demgegenüber bei den Nanoteilchen L/D-Verhältnisse bis zu 200. Mit einem Zusatz von nur drei Prozent eines derartig fein verteilten Füllstoffs erreicht man deshalb bereits E-Moduli, die vergleichbar sind mit einem 15 %igen Glasfaseranteil. Allerdings haben wir den Nachteil gefunden, dass diese Proben im Vergleich zur herkömmlichen Glasfaserverstärkung wesentlich spröder sind. Das liegt an der starken Wechselwirkung der Polyamid-Matrix mit der Oberfläche der Schichtsilikate.“

Frechen ergänzt: „Ich möchte zu unserer Arbeitsweise noch etwas ergänzen: Wir arbeiten hier sehr problemorientiert, und das spiegelt sich auch in den Methoden wider. Deshalb sind wir kein reines Analytiklabor, sondern setzen auch Methoden ein, die näher an den Anwendungseigenschaften liegen, in diesem Fall die mechanische Charakterisierung. Durch Untersuchung der Bruchmechanik und relevanter analytischer Messgrößen versuchen wir, diese beiden Dinge miteinander zu verzahnen und dadurch zu einer Problemlösung zu kommen.“

Für schlechte bruchmechanische Eigenschaften kann zum Beispiel eine im Vergleich zur Anwendungstemperatur zu hohe Glasktemperatur verantwortlich sein. Beispielsweise ist Polypropylen (PP) bei tiefen Temperaturen ab -10 °C von Hause aus spröde. Nun wird PP unter anderem für die Produktion von Stoßfängern für Autos eingesetzt. Es wäre natürlich schlecht, wenn im Winter bei einem kleinen Crash gleich die Stoßstange brechen würde. Um diese Sprödigkeit zu eliminieren, wird normalerweise ein Elastomer gleich bei der Polymerisation in

Bild 4: Fluoreszenzmikroskopische Aufnahme eines PA/PPE-Blends, aufgenommen in einem Laser Scan Mikroskop. Das PPE liegt dispers vor und zeigt Fluoreszenz. PA/PPE-Blends werden als Karosserieteile im Automobilbau eingesetzt. Durch das PPE wird die Wasseraufnahme des Formteils reduziert. Die Teile sind formstabil und lackierbar.



CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,
Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

Mai 2002

Um die „Gelben Seiten“ inhaltlich noch mehr Ihren Wünschen anzupassen, bitten wir Sie hier, uns etwas über sich und Ihre Vorstellungen zu diesem Teil der CLB mitzuteilen. Faxen Sie einfach die ausgefüllte Seite an

06223 97 07 41

oder schicken Sie sie uns per Post. Selbstverständlich werden Ihre Angaben vertraulich behandelt. Wenn Sie auch das Adressfeld ausfüllen, winkt Ihnen bei Wahrung des **Einsendeschlusses vom 5. Juli 2002** ein Superpreis im Wert von ca. 300 Euro: Das Programm „ConceptDraw 1.71“ für Windows und Macintosh (siehe unseren Bericht in der April-Ausgabe, Seite 154).

Persönliche Angaben:

Sie sind
in Ausbildung zu _____

Ausbilder,
Lehrer für _____

Sonstiges _____

a) weiblich b) männlich

Alter	< 20	20-40	40-60	> 60
-------	------	-------	-------	------

Name:

Straße, PLZ und Ort:

Telefon oder e-Mail:



...das könnte
Ihr Preis sein!

Die CLB-Memory-UMFRAGE 2002: Wünschen Sie Grundlagen in				
	eher nicht	manchmal	bevorzugt	unbedingt
Chemie				
Biologie				
Pharmazie				
Physik				
Mathematik				
Informatik				
Umwelttechnik				
Arbeitsschutz				
Englisch				
Sonstiges:				
Welche Form wünschen Sie?				
Übersichtsartikel				
Fortsetzungsartikel				
Kurzrubriken (z.B. Tipps)				
Prüfungsfragen				
Sonstiges:				
Wünschen Sie Informationen zu				
historischer Entwicklung				
Versuchen				
Jugend-/Frauenthemen				
Software-Bedienung				
Ausbildungsmöglichkeiten				
oder mehr Rätsel, Witze, Sonstiges:				

Kohlenstoffverbindungen im Raum (Teil 3)

Kohlenhydrate

Wolfgang Werner, Münster

Diese Verbindungsgruppe hat ihren Namen von der meist sehr allgemeinen Formel $C_n(H_2O)_n$. Einige Substanzen dieser Gruppe spielen als Stütz- und als Speicherstoffe für Pflanzen und als Nährstoffe für Mensch und Tier eine herausragende Rolle. Da sie in ihrem Aufbau einige Besonderheiten zeigen, sei ihnen ein eigenes Kapitel gewidmet.

Durch ihren süßen Geschmack fallen die Zucker auf, bei deren wichtigsten Vertretern es sich um Hexosen handelt: Mit der Endung -ose bezeichnet man Zucker, Hexosen sind aus 6 Kohlenstoffatomen aufgebaut. Die bekanntesten sind Glucose oder Traubenzucker sowie Fructose oder Fruchtzucker.

Dass Glucose ein Aldehyd ist, wird in der Fischer-Projektion deutlich (Abbildung 1), danach wird die Struktur senkrecht geschrieben und das höchst oxidierte C-Atom oben angeordnet. Die dem Glycerinaldehyd entsprechende OH-Gruppe bestimmt die Zuordnung zur D- oder zur L- Reihe (s. Teil 1 in CLB 07/2001).

Als Aldehyd ergibt Glucose mit Fehlings Reagenz eine positive Reaktion, nicht jedoch Fructose, die eine Keto-hexose ist. Aldehyde können mit Alkoholen Halbacetale bilden. Mit den OH-Gruppen der

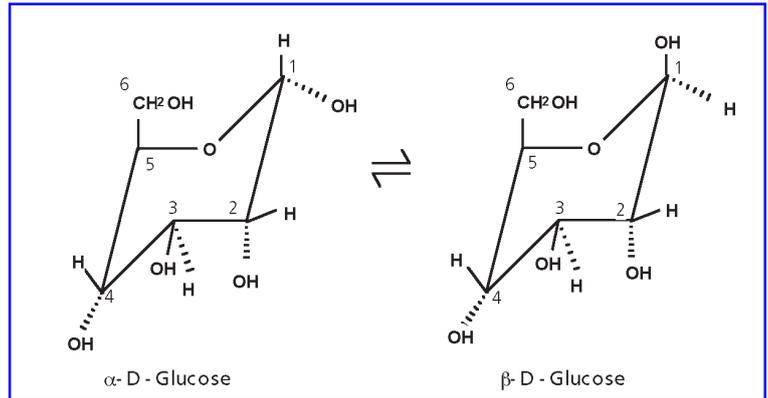


Abbildung 2: Darstellung von Glucose in einer Raumstruktur analog dem Cyclohexan.

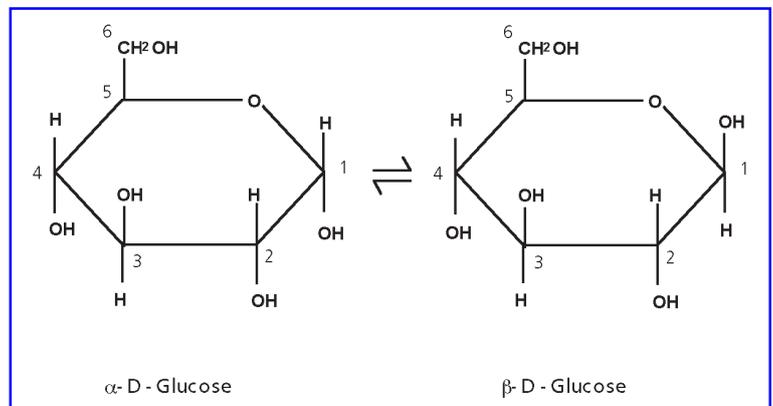


Abbildung 3: Glucose in der Haworth Projektion.

Polyhydroxyverbindung Glucose könnten sich intramolekular 3-, 4-, 5-, 6- und 7-gliedrige cyclische Halbacetale bilden. Dass man fast nur 6-gliedrige Ringe findet, spricht für die besondere Stabilität 6-gliedriger Ringe. Der Austausch einer $-CH_2-$ -Gruppe durch $-O-$ verändert die Konformation

des Cyclohexans nicht wesentlich. Da Tetrahydropyran der cyclische 6-gliedrige Ether ist, nennt man diese cyclischen Glucosen auch Glucopyranosen.

Die kettenförmige Glucose enthält 4 asymmetrische C-Atome. Durch die Halbacetalbildung entsteht ein neues asymmetrisches C-Atom, das man als anomeres C-Atom bezeichnet. Bei der Wiedergabe in der Konformation (Abbildung 2) analog zum Cyclohexan (s. Teil 2 in CLB 04/2002) erkennt man, dass die neugebildete OH-Gruppe unterhalb der Molekülebene stehen kann und daher mit α bezeichnet wird, die Glucose mit der OH-Gruppe am anomeren C-Atom oberhalb der Molekülebene entsprechend mit β . In der α -D-Glucopyranose kommt es zu einer gegenseitigen Beeinflussung der beiden OH-Gruppen an C1 und C2 (Abbildung 2). Dadurch

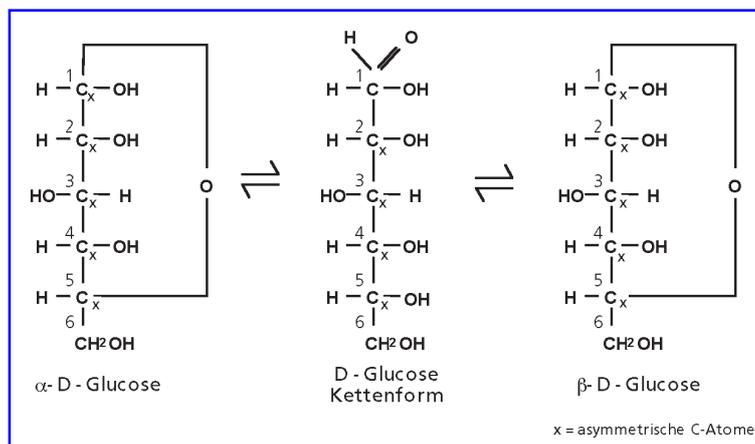


Abbildung 1: Der Zucker Glucose, hier in der Darstellungform der Fischer Projektion, ist ein Aldehyd.

ist das Gleichgewicht, das sich über die Kettenform einstellt bei 37 % der α -Form und zu 63 % bei der β -Form. Bei der Neubildung eines asymmetrischen C-Atoms sollten die optischen Antipoden im Verhältnis 1:1 entstehen. Da optische Antipoden den gleichen Drehwert bei entgegengesetztem Drehsinn haben, erklärt sich die Änderung der optischen Drehung (Mutoxitation) bei der Gleichgewichtseinstellung beim Lösen der aus Wasser kristallisierten α -D-Glucose. In Abbildung 3 ist Glucose in der Haworth-Projektion dargestellt. In Analogie zum Cyclohexan wird der Ring in die Papierebene projiziert.

Fructose ist eine Ketohehexose, die durch Ketalbildung sowohl einen fünf-gliedrigen als auch einen sechs-gliedrigen Ring ausbilden kann. Abgeleitet von dem 5-gliedrigen cyclischen Ether Tetrahydrofuran spricht man von Fructofuranose analog zu Fructopyranose (Abbildung 4). Ist ein organischer Rest über einen Sauerstoff am anomeren C-Atom etherartig gebunden, bezeichnet man diese Verbindung als Glycosid (handelt es sich bei dem gebundenen Zucker um Glucose, nennt man diese Verbindung auch Glucosid). Viele Naturstoffe, die als Arzneistoffe Verwendung finden, sind Glycoside. Das von der Menge her bedeutendste Glycosid ist der Rohr- oder Rübenzucker (Saccharose) (Abbildung 5). Der

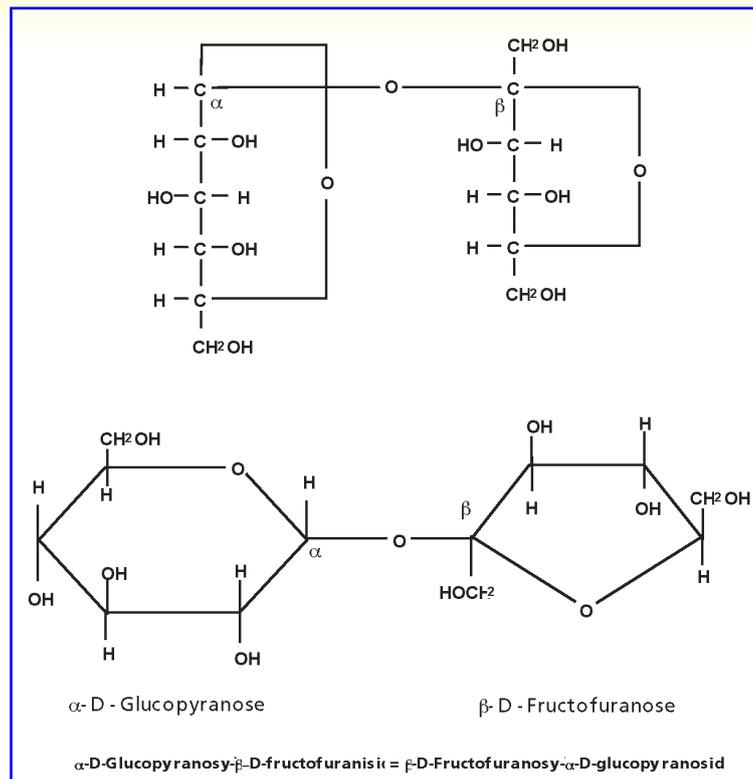


Abbildung 5: (Rohrzucker) Saccharose wird leicht in Glucose und Fructose gespalten.

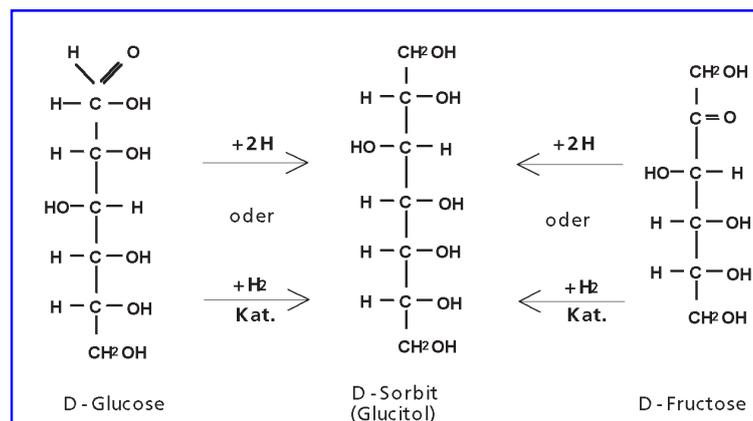
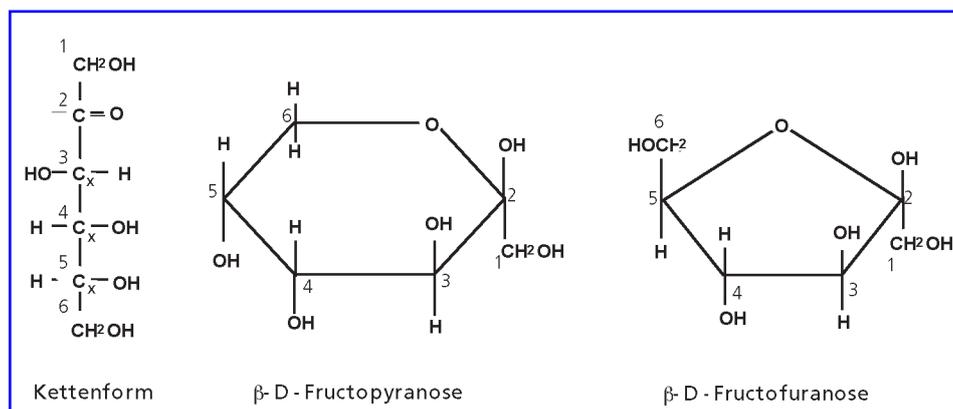


Abbildung 6: Sorbit entsteht sowohl aus Glucose als auch aus Fructose.

Abbildung 4: Verschiedene Formen von Fructose. (x = asymmetrisches C-Atom)



Der kleine Spaß am Rande:
ZEHN ZIEGEN ZIEHEN ZEHN ZENTNER ZUCKER ZUM ZOO (VON ROBERT KRIPPL)

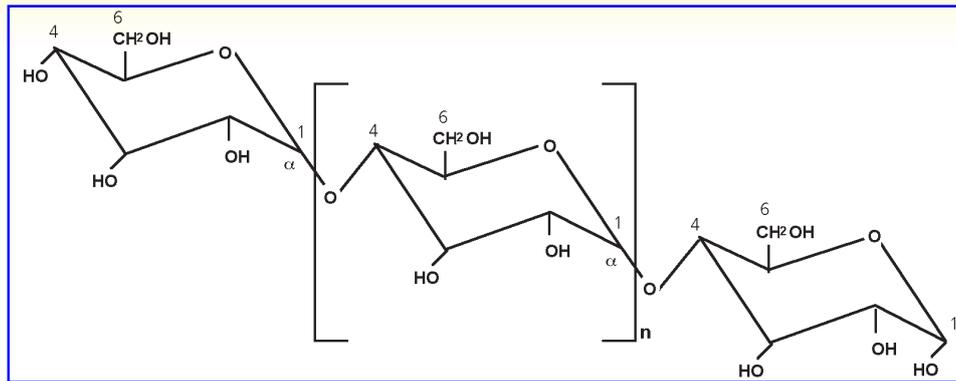


Abbildung 7:
Amylose-Kette

fünf-gliedrige Ring der Fructofuranose ist in der Saccharose durch Glycosidbildung stabilisiert. Durch H_3O^+ wird der Rohrzucker leicht gespalten in Glucose und Fructose. Da die Fructose stark linksdrehend ist, ändert sich der Drehsinn und man bezeichnet ein so erhaltenes Gemisch als Invertzucker. Im Organismus wird Fructose zu Glucose isomerisiert. Bei erhöhtem Glucosegehalt im Blut liegt die Zuckerkrankheit (Diabetes melitus) vor.

Als Zuckeraustauschstoff für Diabetiker wird Sorbit verwendet.

Dieser zuerst aus der Vogelbeere (Sorbus) isolierte Zuckeralkohol oder Hexit, auch Glucitol genannt (Abbildung 6) wird durch Hydrierung von Fructose oder Glucose gewonnen.

Stärkekörnern bestehen aus Amylose und Amylopektin. In der Amylose (Abbildung 7) sind die Glucoseeinheiten $\alpha(1,4)$ -glucosidisch miteinander verknüpft. Im Amylopektin liegen $\alpha(1,6)$ -glucosidische Verzweigungen vor. Die Pflanze ist in der Lage, daraus wieder Glucose zu gewinnen. Für

Mensch und Tier dient Stärke als Nahrungsmittel. Amyloseketten haben eine spiralförmige Sekundärstruktur. In den so gebildeten Hohlräumen lagert sich bei der Iodstärkereaktion Iod ein.

Cellulose ist der Hauptbestandteil pflanzlicher Gerüstsubstanz, darin sind D-Glucopyranoseeinheiten $\beta(1,4)$ -glucosidisch verknüpft (Abbildung 8). Der Aufbau ist faserartig. Durch die Mikroflora im Pansen von Wiederkäuern kann sie teilweise aufgespalten werden.

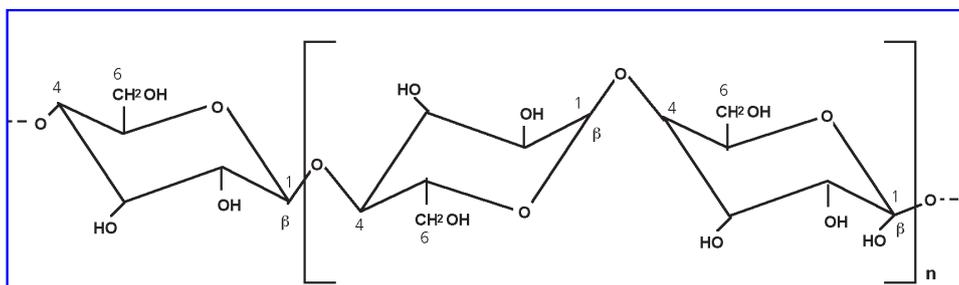


Abbildung 8:
Cellulose-Kette

Notfallchemie:

Ammoniumnitrat – Dünger oder Sprengstoff?

Günter Sorbe, Hürth

Am 21. September 2001 explodierte in Toulouse auf dem Gelände der Chemiefabrik AZF ein Lager mit 300 t Ammoniumnitrat. Das Ergebnis ist erschreckend: 28 Tote, 782 Verletzte, 1,8 Milliarden DM Sachschaden. Diese Explosionskatastrophe erinnert an ähnliche Katastrophen und Terrorakte, die sich mit Ammoniumnitrat ereigneten:

1921: Oppau, eine Menge von 4500 t eines Gemisches von Ammoniumnitrat mit Ammoniumsulfat war festgebacken und mit Dynamit abgesprengt worden (561 Tote, 7000 Obdachlose)

1947: Texas City, USA, zwei Frachter gerieten mit in Papiersäcken abgepacktem Ammoniumnitrat in Brand und explodierten.

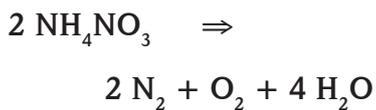
1993: Terroranschlag auf das WTC in New York mit Beteiligung von Ammoniumnitrat. Hier wurde sogar noch Natriumcyanid untergemischt, um neben der Explosion eine zusätzliche Giftwirkung durch Blausäure zu erzielen. Dieses Prinzip hat glücklicherweise jedoch nicht funktioniert.

1995: Oklahoma, USA, Anschlag auf ein öffentliches Gebäude durch Timothy McVeigh mit einem Gemisch aus Ammoniumnitrat und Diesel. 168 Tote und 500 Verletzte.

Die Ursache für die Katastrophe in Toulouse wird noch ermittelt. Drei mögliche Varianten sind im Gespräch: Fremdeinwirkung, Terroranschlag oder Sicherheitsmängel im Lager. Hier sind die Ermittlungen der Staatsanwaltschaft abzuwarten.

Was macht Ammoniumnitrat (AN) so gefährlich?

AN ist ein starkes Oxidationsmittel, dessen Zersetzung bei höheren Temperaturen als Detonation ablaufen kann (siehe hierzu CLB, Heft 7/2000, S. M 54):



Daher ist in Deutschland die Handhabung von AN durch das Sprengstoffgesetz und die TRGS 511 (Ammoniumnitrat) geregelt.

Diese Explosionsfähigkeit gilt für AN mit einem Feuchtigkeitsgehalt von weniger als 3 %, denn ab 3 % Feuchtigkeit ist AN nicht mehr zur Explosion zu bringen. AN ist hygroskopisch und sehr leicht löslich in Wasser.

In seiner Kristallstruktur weist AN folgende Umwandlungspunkte auf: -16,9 °C, +32,3 °C, +84,2 °C und +125,2 °C. Besonders der Umwandlungspunkt bei 32 °C verstärkt im Sommer die Neigung zum „Zusammenbacken“.

Sprengtechnische Daten

Die sprengtechnischen Daten von AN werden charakterisiert durch:

- Detonationsgeschwindigkeit: 2500 m/s
- Bleiblockausbauchung: 180 cm³/10 g
- Schlagempfindlichkeit: über 49 Nm

- Reibempfindlichkeit: bis 353 N Stiftbelastung keine Reaktion
- Verpuffungspunkt: oberhalb des Schmelzpunktes zunehmende Zersetzung, voll bei 210 °C
- Explosionswärme: 1587 kJ/kg

Wegen seines Stickstoffgehaltes von 34 % ist AN ein idealer Stickstoffdünger ohne Ballastsubstanzen und ein Sprengstoff, der durch Initialsprengstoffe zur Explosion gebracht werden kann.

Nach TRGS 511 (Ammoniumnitrat) wird AN und die Zubereitungen mit AN in Gruppen entsprechend ihrem Gehalt an AN eingeteilt:

Gruppe A = Ammoniumnitrat und Zubereitungen, die zur detonativen Umsetzung fähig sind (Massenanteil AN von > 70 % bis > 90 %)

Gruppe B = Zubereitungen, die zur selbstunterhaltenden fortschreitenden thermischen Zersetzung fähig sind (Massenanteil AN von > 45 % bis < 70 %)

Gruppe C = Zubereitungen, die weder zur selbstunterhaltenden fortschreitenden thermischen Zersetzung noch zur detonativen Umsetzung fähig sind, jedoch beim Erhitzen Stickoxide entwickeln (Massenanteil AN von > 45 % bis < 70 %)

Gruppe D = Zubereitungen, die in wässriger Lösung oder Suspension ungefährlich, in kristallisiertem Zustand jedoch detonationsfähig sind (Massenanteil AN von < 45 % bis < 70 %)

Als Sprengstoff wird AN in Ammonsalpeter-Sprengstoffen, ANDEX und ANC-Sprengstoffen eingesetzt. ANDEX und ANC-Sprengstoffe sind handhabungssichere, pulverförmige oder rieselfähig granuliert Gesteinssprengstoffe auf der Basis AN = Ammoniumnitrat und C = Kohlenstoffträger, während Ammonsalpeter-Sprengstoffe

Mischungen aus AN und Kohlenstoffträger, wie Kohle, Öle, Holzmehl und organischen Nitroverbindungen darstellen.

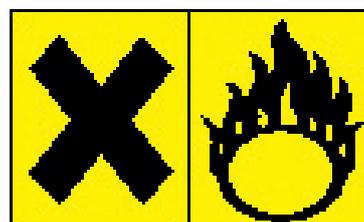
Störfallverordnung

Wegen seiner Explosionsgefährlichkeit wird Ammoniumnitrat in der neuen Störfall-Verordnung in der Stoffliste in Anhang I unter der Nr. 15.1 (Stickstoffgehalt gewichtsmäßig > 28 %) mit den Mengenschwellen von 350 000 kg und 2 500 000 kg und unter Nr. 15.2 (reine Ammonnitrat-Düngemittel) mit 1 250 000 kg und 5 000 000 kg aufgelistet. Danach liegt die Lagermenge von 300 t unterhalb der Mengenschwelle nach Störfall-Verordnung, die auch in Frankreich im Rahmen der SEVESO-II-Richtlinie angewandt werden muss.

Technisch reines AN (> 90 % AN) ist mit dem Gefahrensymbol O = Brandfördern und den R-Sätzen 8 (= Feueregefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen) und 9 (= Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen) sowie den S-Sätzen 15 (= Vor Hitze schützen), 16 (= Von Zündquellen fernhalten – Nicht rauchen) und 41 (= Explosions- und Brandgase nicht einatmen) zu kennzeichnen.

In der Presse wurde später über die Möglichkeit von Schwefelsäure als Auslöser der Explosionskatastrophe in Toulouse spekuliert: Danach soll wenige Tage vor der Explosion auf dem Gelände der Fabrik Schwefelsäure ausgelaufen sein. Sie wurde mit Kalk und Natronlauge „neutralisiert“. Reste davon seien in der Lagerhalle deponiert worden. Durch Kontakt von überschüssiger Schwefelsäure mit AN habe eine Kettenreaktion die Explosion ausgelöst.

Wir dürfen auf das Untersuchungsergebnis gespannt sein.



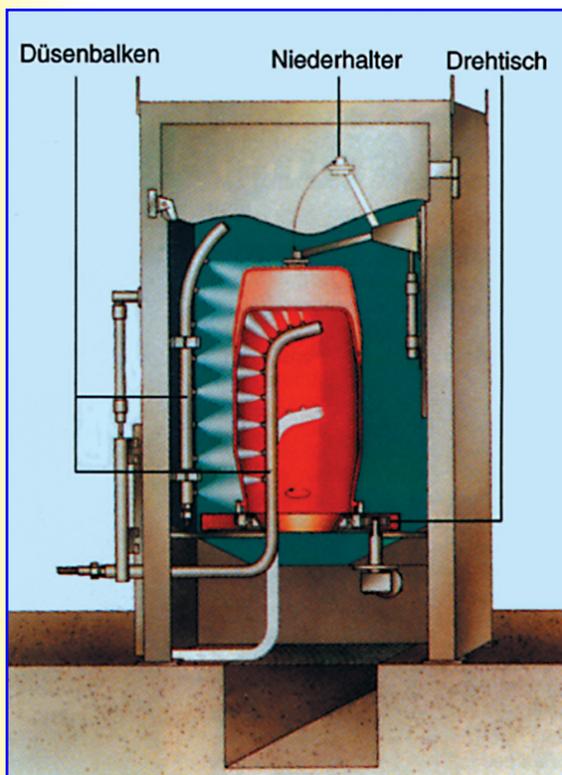
Sicherheit beim Reinigen und Entfetten

In vielen Produktionsbetrieben müssen Werkzeuge, Werkstücke oder Werkteile gereinigt oder entfettet werden. Dabei ist auf Sicherheit und Gesundheitsschutz zu achten. Das vielfältige Angebot an Reinigungs- und Entfettungsmitteln erfordert unterschiedliche Schutzmaßnahmen.

Die Reinigung kann einfach mit Pinseln oder Lappen erfolgen oder in teilweise automatischen Anlagen. Öle, Fette, Schmiermittel, Emulsionen, Korrosionsschutzmittel, aber auch Feststoffe wie Beschichtungen, Abrieb, Späne und Schmutz sollen entfernt werden. Eine solche Reinigung kann erforderlich sein

- bei der Oberflächenbehandlung (Lackieren, Galvanisieren u.a.)
- bei weiterer Bearbeitung in der Fertigung
- vor und nach Wartungs-, Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten
- beim Wiederverwenden oder Wiederverwerten.

Schema einer Fassreinigung.



Bei der Reinigung und Entfettung von Bauteilen, die mit reinem Sauerstoff in Berührung kommen, müssen besondere Maßnahmen berücksichtigt werden. Hinweise hierzu enthält die BGI 617 „Umgang mit Sauerstoff“ (M034).

Reinigungs- und Entfettungsmittel

Die eingesetzten Reinigungsmittel enthalten oftmals gefährliche Stoffe, die Maßnahmen für den Gesundheitsschutz der Beschäftigten erfordern. Außerdem können bei einigen dieser Mittel auf Grund ihrer feuergefährlichen Eigenschaften Brand- und Explosionsgefahren auftreten. Die Mittel lassen sich in vier Gruppen einteilen

- brennbare Lösemittel (zum Beispiel Waschbenzin, Petroleum, Alkohole)
- halogenierte Kohlenwasserstoffe (zum Beispiel „Tri“, „Per“)
- Kaltreiniger (Mischungen aus brennbaren und nicht brennbaren Lösemitteln)
- wässrige Lösungen (Säuren, Laugen, Tensidiösungen).

Brennbare Lösemittel

Wegen der Brand- und Explosionsgefahren sollten die Reinigungsarbeiten in einem separaten Raum durchgeführt werden. Schweißen, Brennen, Löten oder Schleifarbeiten müssen in einem Umkreis von 5 m unterbleiben. Die Arbeitsplätze sollten zum Schutz der Beschäftigten abgesaugt werden und Waschbäder abgedeckt werden. Sind Reinigungsarbeiten im größeren Umfang nötig, empfiehlt sich die Anschaffung einer Teilwaschmaschine. Ähnlich einer Geschirrspülmaschine wird hier in einem geschlossenen Gehäuse gewaschen.

Bei kleinen Verunreinigungen werden oft nur leicht mit Lösemittel angefeuchtete Lappen benötigt. Offene Lösemittelbehälter am Arbeitsplatz und großzügig dosierte

Lösemittelmengen belasten die Umgebung. Bewährt haben sich „Spender“ zum Anfeuchten der Lappen. Der Spender ist geschlossen und gibt immer nur wenig Lösemittel zur Anfeuchtung des Lappens ab. Die Verdunstung des Lösemittel in die Raumluft kann so minimiert werden.

Die benetzten Putzlappen können auf Grund der großen Oberfläche zur Selbstentzündung neigen. Sie müssen daher in nicht brennbaren Behältern gesammelt werden, die deutlich hierfür gekennzeichnet sind und über einen selbstschließenden Deckel verfügen.

Die Benutzung von Vergaserkraftstoffen zu Reinigungszwecken ist wegen der darin enthaltenen Beimengungen verboten. Zum Beispiel sind Anteile bis zu 5 % des krebserzeugenden Benzols möglich.

Halogenierte Kohlenwasserstoffe

Halogenierte Kohlenwasserstoffe sind nicht oder nur schwer brennbar. Daneben haben sie hervorragende entfettende Eigenschaften. Aus diesen Gründen waren sie in der Vergangenheit ideale Reinigungsmittel (zum Beispiel „Tri“, „Per“). Die gesundheitsschädlichen und umweltgefährdenden Eigenschaften dieser Stoffe haben jedoch dazu geführt, dass sie heute nur noch in speziellen Fällen und dann auch nur in geschlossenen Reinigungsanlagen eingesetzt werden dürfen.

Bei der Reinigung von Leichtmetall wie Aluminium können halogenierte Kohlenwasserstoffe mit Spänen oder Metallpulver heftig reagieren. In diesen Fällen dürfen nur besonders stabilisierte Lösungsmittelgemische eingesetzt werden.

Kaltreiniger

Auch wenn sogenannte „Sicherheits-Kaltreiniger“ verwendet

werden, darf nicht auf deren völlige Ungefährlichkeit geschlossen werden.

Solche Kaltreiniger bestehen aus nicht brennbaren und brennbaren Lösemitteln, sind im Lieferzustand nicht brennbar oder besitzen einen hohen Flammpunkt.

Dennoch können sie nach längerem Gebrauch durch Verdampfung der nicht brennbaren Bestandteile brennbar werden oder explosionsfähige Gemische bilden. Deshalb müssen diese Reiniger in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden.

Trotzdem sollten diese Kaltreiniger bevorzugt eingesetzt werden, da aus Sicht des Arbeits- und Umweltschutzes die Vorteile gegenüber brennbaren und halogenierten Mitteln überwiegen.

Wässrige Reinigungsmittel

Alkalische und neutrale Reinigungsmittel bestehen aus anorganischen basischen und neutralen Salzen mit oberflächenaktiven Substanzen (Tenside). Sie werden meist als Konzentrate oder pulverförmig bezogen und müssen

im Betrieb zum Einsatz verdünnt werden. Beim Ansetzen der Gebrauchslösungen wird meist Wärme frei. Daher müssen die Bäder zunächst zur Hälfte mit kaltem Wasser gefüllt werden, bevor unter Rühren das Pulver oder das Konzentrat gelöst bzw. eingemischt wird. Anschließend kann das Wasser bis zur gewünschten Konzentration zugegeben werden.

Saure Reiniger enthalten meist neben Phosphorsäure und Wasser auch wasserlösliche organische Lösemittel wie Alkohole. Neben der Gefahr von Verätzungen können hier zusätzliche Gefahren durch den Anteil der organischen Lösemittel auftreten.

Ultraschallreinigung

Werden Reinigungen in Ultraschallbädern durchgeführt, richten sich die Schutzmaßnahmen nach den eingesetzten Lösemitteln (brennbar, wässrig etc.). Während des Betriebs darf nicht mit den Händen in das Ultraschallbad gefasst werden, auch nicht mit Handschuhen.

Gesundheitsschutz

Organische Lösemittel und auch Kaltreiniger entfetten nicht nur die zu reinigenden Werkstücke, sondern auch die Haut. Neben der Gefahr der Gesundheitsschädigung durch über die Haut aufgenommene toxische Stoffe wird durch das Entfetten die Haut trocken und rissig.

Damit wird die Haut leichter anfällig für Hautkrankheiten und Infektionen. Saure und basische Reiniger führen zu Verätzungen. Beim Umgang mit Reinigern müssen daher immer gegen das eingesetzte Mittel beständige Handschuhe benutzt werden.

Ein Hautschutzplan sollte unter Mitwirkung der Sicherheitsfachkraft und des Betriebsarztes aufgestellt und die nötigen Schutz- und Pflegemittel den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. Wenn aus Konzentraten gebrauchsfertige Lösungen hergestellt werden, ist auf jeden Fall eine Schutzbrille erforderlich. Darüber hinaus können Vollgesichtsschutz, Gummistiefel und Gummischürze erforderlich sein.

My/BG Chemie

Was können Katalysatoren mit Metallocenen besser als herkömmliche?

Sandwichförmige metallorganische Komplexe sind im Begriff, konventionelle Katalysatoren, etwa Ziegler-Natta-Katalysatoren, abzulösen – zumindest bei Synthesen, bei denen besonderer Wert auf der dreidimensionalen Struktur liegt. Die Metallocene, dessen wohl bekanntester Vertreter das Ferrocen ist, ein Eisenkomplex mit zwei Cyclopentadienringen als Liganden, sind hinsichtlich der Polymersynthese gut untersucht. Dadurch ist es möglich, die Liganden dieser Komplexe so zu modifizieren, dass die Polymermikrostruktur und damit auch die Eigenschaften des entstehenden Kunststoffes weitaus besser gesteuert werden können. Der Metallocen-Katalysator besitzt gegenüber konventionellen Katalysatoren genau ein aktives Zentrum. Die Polymerisation wird durch die Anlagerung des Monomers an

die freie Koordinationsstelle des Metallatoms initiiert. Daraufhin wird der Monomerbaustein in die Metall-Kohlenstoff-Bindung eingeschoben (Insertion). Dieser Vorgang wiederholt sich bis zum Kettenabbruch. Um die katalytischen Eigenschaften des Metallocens zu aktivieren, wird ein Cokatalysator benötigt, der mit dem Metallocen ein Ionen-Paar bildet. Dieser besteht zumeist aus Methyaluminoxan (MAO) oder auch aus perfluorierten Boranen bzw. Boraten, die sehr stabile Ionen-Paare bilden.

Die aktivsten Vertreter der Metallocen-Katalysatoren übertreffen zudem die Leistung herkömmlicher Katalysatoren: Mit nur 100 Gramm Katalysator können bis zu 100 000 Kilogramm Kunststoff hergestellt werden. Vor etwas mehr als zehn Jahren war es gelungen, mit Hilfe

von Zirconocenen isotaktisches Polypropylen in hoher Ausbeute und Reinheit herzustellen. Die räumliche Gestalt dieses Kunststoffes zeichnet sich dadurch aus, dass die Methylgruppen der einzelnen Propylen-Monomere streng zu einer Seite hin ausgerichtet sind. Durch den Einsatz der Sandwich-Komplexe war es erstmals möglich, den Grad dieser Stereoregularität und damit die Eigenschaften des entstehenden Polymers zu bestimmen. Der Schmelzpunkt eines auf Metallocen-Katalyse basierenden isotaktischen Polypropylens läßt sich nun je nach Anwendung zwischen 130 und 160 Grad einstellen. Höhere Steifigkeit und Transparenz etwa erschließen so dem altbekannten Werkstoff auch Einsatzgebiete, die bisher nur den technischen Kunststoffen vorbehalten waren.

RK

Änderungen in der Unfallverhütungsvorschrift Neue Sicherheitszeichen seit April

Zur Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ wurde ein zweiter Nachtrag beschlossen, der am 1. April 2002 in Kraft trat.

Die Anlage 2 der Vorschrift enthält zehn neue Sicherheitszeichen und einige Änderungen der Ausführungsvorschriften:

- Zusätze und Erläuterungen können von nun an zusammen mit den Verbots-, Gebots-, Rettungs- und Brandschutzzeichen als Kombinationszeichen auf einem Träger ausgeführt werden.
- Die bisherige zwingende Unterscheidung von gelb-schwarzen und rot-weißen Streifen zur Kennzeichnung von Hindernissen und Gefahrstellen entfällt. Es wird aber weiterhin empfohlen, gelb-schwarze Markierungen für ständige und rot-weiße Markierungen für zeitlich begrenzte Hindernisse und Gefahrenstellen zu verwenden.
- Durch die Streichung und Hinzufügung von Zeichen hat sich die Nummerierung einiger Sicherheitszeichen geändert. Somit sind Verweise auf die Nummern von Kennzeichen in früher erschienenen Schriften teilweise nicht mehr zutreffend.
- Das Warnzeichen „Warnung vor Fräswelle“ (W 22) wurde gestrichen.
- In die Anlage 2 der Vorschrift wurden zehn neue Sicherheitszeichen aufgenommen.

Betreten der Fläche verboten

z. B. bei Flächen aus nicht durchtrittsicheren Materialien auf Dächern und Abdeckungen.



Warnung vor optischer Strahlung

z. B. UV- und Infrarot-Strahlung



Warnung vor Einzugsgefahr

z. B. bei Walzen



Warnung vor Gefahren durch ein Förderanlage im Gleis

z. B. bei Quetschgefahren im Bahnbetrieb



Essen und Trinken verboten

z. B. im Labor oder im Produktionsbereich.



Brandmelder (manuell)

z. B. Hinweis auf Brandmelderknöpfe.



Sicherheitsgurt benutzen

z. B. in Fahrzeugen und Maschinen.



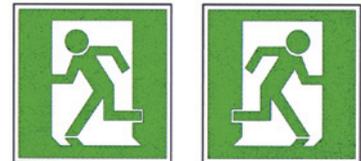
Rettungsweste benutzen

z. B. im Hafen und auf Schiffen.



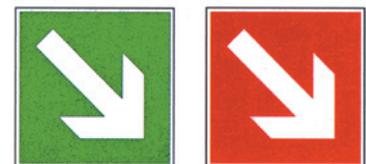
Rettungsweg/Notausgang

Diese Zeichen dürfen nur in Verbindung mit einem Richtungspfeil verwendet werden.



Richtungsangabe

Zeichen zur Richtungsangabe für Erste-Hilfe-Einrichtungen, Rettungswege und Notausgänge (grün) bzw. für Einrichtungen des Brandschutzes (rot).



das PP mit eingebaut, ein relativ weiches Material im Vergleich zum PP, das in Form einer Vielzahl von etwa einem Mikrometer großen Teilchen vorliegt. Bei einem Schlag konzentrieren sich die Spannungen auf diese Kautschukteilchen hin und bewirken so eine Verteilung der Schlagenergie auf einen größeren Bereich. Dadurch kommt es nicht zu einer Kerbwirkung und entsprechendem Versagen, sondern nur zu sehr kleinen Mikrorissen, sogenannten *Crazes*, die die Aufprallenergie aufnehmen und damit unschädlich machen.“

Lackierbar und maßgenau

Auf die Frage nach einem anderen Beispiel für erfolgreiches Arbeiten antwortet Heckmann: „Mir fällt dazu die Entwicklung eines Polymerblends ein, das im Automobilbau für Karosserieteile eingesetzt wird. Geeignet wäre der Werkstoff Polyamid, nachteilig ist allerdings, dass Polyamid Wasser aufnimmt und es so zu Verzugserscheinungen kommen kann. Diesen Nachteil kann man durch Abmischen mit Polyphenylenether beheben, einem Polymer, das kein Wasser aufnimmt. Nun sind diese beiden Polymere wieder einmal miteinander unverträglich, also muss man sie so modifizieren, dass während der Herstellung des Blends in der Grenzfläche eine chemische Reaktion abläuft, die zu einer guten Grenzflächenhaftung führt. Das wird so gemacht, dass man den Polyphenylenether mit einer reaktiven Gruppe versieht, die im Ex-

truder, wenn das Blend hergestellt wird, direkt mit den Amino-Endgruppen des Polyamids reagiert. Diese chemische Verknüpfung führt zu den gewünschten Eigenschaften. Zur Optimierung dieses Blends bedurfte es natürlich vieler Experimente, und viel physikalische Charakterisierungsarbeit war notwendig.“

Katalysatoren vom Reißbrett

Frechen berichtet weiter: „Eine in Zukunft immer wichtiger werdende Methode, die in unserer Abteilung seit einigen Jahren betrieben wird, ist das *Molecular Modeling*. Mit quantenchemischen *ab-initio*-Methoden berechnen wir z.B. das Design von Katalysatormolekülen für die Polymerisation: Der Katalysator wird am Computer so gestaltet, dass er optimale Bedingungen liefert für die Polymerisation z.B. von Polypropylyltypen mit ganz speziellen Eigenschaftskombinationen.“

Heckmann ergänzt: „Ja, es werden Vorschläge gemacht, wie ein Katalysator optimal auszusehen hat, damit er das gewünschte Polymer-Molekül erzeugt. Dann gibt es aber auch mesoskopische Methoden, die auf einer anderen Größenskala arbeiten, wo man zum Beispiel Phasendiagramme und Morphologien bestimmen kann. Und dann gibt es schließlich noch die *Finite-Elemente*-Methoden, die arbeiten dann schon auf makroskopischer Skala, mit denen zum Beispiel das rheologische Verhalten von Polymerschmelzen berechnet werden kann. So kann man zum Beispiel mit *Finite-Elemente*-Methoden berechnen, wie eine Schmelze durch ein kompliziertes Werkzeug fließen wird.“

Eingebunden in die Forschungsprojekte

Wie groß ist der Mitarbeiterstab, was sind das für Leute, die hier arbeiten? Heckmann erläutert die organisatorische Struktur: „Wir sind eine Abteilung der Polymerforschung. Unsere Abteilung hieß

früher Mess- und Prüflabor und war – wie auch heute noch – in der *Scientific Community* eine bekannte Institution. Alles in allem sind wir etwa 140 Mitarbeiter, davon um die dreißig Physiker, Chemiker bzw. Physikochemiker, von denen jeder ein Labor betreut. Jedes Labor hat zwischen zwei und zehn Mitarbeiter, da gibt es Labors, die mehr Serviceaufgaben haben, die brauchen dann mehr Laboranten. Labors, die vorwiegend Grundlagenforschung machen, haben entsprechend weniger Laboranten, vielleicht zwei oder drei. Bei uns in der Elektronenmikroskopie haben wir insgesamt 15 Mitarbeiter, es sind vorwiegend Physik- und Chemielaboranten.“

Gibt es in der Industrie oder an Universitäten ähnliche Labors? Heckmann nickt bestätigend: „Die Methoden sind praktisch überall in der Großindustrie vertreten, nur was uns eine Sonderstellung verleiht ist, dass die physikalischen Methoden so in einer Abteilung konzentriert sind. Der Vorteil ist, daß wegen der kurzen Wege eine optimale Zusammenarbeit gewährleistet ist.“

Übrigens sind wir stolz darauf, dass wir hier nicht nur Service machen, sondern dass wir intensiv in die Projektarbeit einbezogen werden, unser *Know how* also wirklich gefragt ist. Wegen unserer hervorragenden Geräteausrüstung und unserer fachlichen Expertise sind wir auch gefragte Kooperationspartner für zahlreiche Arbeitskreise an Universitäten und Hochschulen.“ Frechen ergänzt: „Es gibt hier in dieser Abteilung wirklich ausgewiesene Fachleute, die teilweise für Jahre und Jahrzehnte auf einem Gebiet gearbeitet haben. Das ist nicht für alle attraktiv, aber ich denke, das ist ein ganz wesentlicher Erfolgsfaktor, einen Stamm zu haben aus sehr kompetenten, erfahrenen Leuten und gleichzeitig aber auch für regelmäßige Blutauffrischung zu sorgen, also immer wieder junge Kollegen von den Hochschulen weg zu engagieren.“

Hans-Dietrich Martin

Der Autor:

Hans-Dietrich Martin ist Wissenschaftsjournalist und unterhält in Köln ein PR-Beratungsbüro speziell für kleinere und mittlere Chemie-Unternehmen. Bis 1995 war er Leiter des Referats Fachpresse der Bayer AG in Leverkusen. Seinen ersten Beitrag in CLB veröffentlichte er 1954.



Die Gesprächspartner von CLB in diesem Artikel, Dr. Walter Heckmann (links) und Dr. Thomas Frechen, arbeiten in der Abteilung Polymerphysik der BASF über polymere Mikrostrukturen (alle Fotos: BASF).



Bildungspartnerschaft

Rent-A-Prof – Verbesserung der Beziehungen zwischen Schulen und Hochschulen

Zur Unterstützung von Bildungspartnerschaften zwischen Schulen, Hochschulen und Firmen initiierte der Unternehmerverband Südhessen e.V. das Programm Rent-A-Prof: Lehrer können Hochschullehrer der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächer bitten, im Schulunterricht über ihre Arbeitsgebiete, über Forschung und Entwicklung oder über das Studium bzw. die Bedeutung ihres Faches in unserer Gesellschaft zu referieren. Dadurch sollen Berührungspunkte der Jugendlichen vor dem Studium abgebaut und ihnen überzeugend vermittelt werden, dass es sich lohnt, einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf zu ergreifen, der auch Spaß macht.

Im Wintersemester 2001/2002 gewährte mir der Fachbereich Chemie- und Biotechnologie ein halbes Forschungssemester, um mich am Rent-A-Prof-Programm zu beteiligen. Meine Intention war es, nicht nur einzelne Vorträge zu halten, sondern ein Veranstaltungsmenü zu entwickeln, das ausbaufähig und variabel und deshalb später vielseitig nutzbar ist. Dabei wollte ich mich nicht auf Vorlesungen für Schüler aus Chemie-Leistungskursen, – potentielle Studenten –, beschränken, sondern Chemie für alle Alterstufen anbieten, denn wirkliches Interesse für ein Fach muss spätestens in der Mittelstufe geweckt werden.

Veranstaltungen an der Lichtenbergschule

Da ich schon seit sechs Jahren als Lehrbeauftragter an der Lichtenbergschule in Darmstadt tätig bin [1], wurde mein Angebot an alle Lehrer der Schule, mich zu Themen ihrer Wahl als Referent einzuladen, dankbar angenommen. Wir verabre-

deten die in der Tabelle zusammen gestellten Unterrichtseinheiten.

Im Rahmen der Berufsberatung für Oberstufenschüler erläuterte ich den Interessenten die erforderlichen persönlichen und fachlichen Basisqualifikationen für ein naturwissenschaftliches Studium, den Unterschied zwischen der Ausbildung an der Fachhochschule und der Universität sowie in der Industrie und an Berufsakademien, die Berufsperspektiven für Chemiker und die große Bedeutung der Chemie als Basiswissenschaft in anderen Fächern, zum Beispiel Medizin oder Umweltschutz.

Vertretungsstunden nutzte ich, um Kindern der Klasse 6, die noch keinen Chemieunterricht hatten, die Aufgaben der Chemie zu erklären: das Beschäftigen mit Stoffen, deren Eigenschaften, Anwendungen und reaktivem Verhalten. Außerdem wurde die Arbeitsweise der Chemie – von der Idee über die Hypothese zum Experiment, von der Beobachtung und Beschreibung zum Hinterfragen und Interpretieren – erläutert. Ähnlich konzipiert war eine Chemie-Vorführung für Viertklässler, die bald auf das Gymnasium wechseln wollten.

Hierbei wurde ich von zwei Oberstufenschülerinnen unterstützt, für die es lehrreich und motivierend war, chemische Sachverhalte kindergerecht aufzubereiten und zu präsentieren. Die beiden Veranstaltungen trugen der Erkenntnis Rechnung, dass der reguläre Chemieunterricht in der Klasse 8 (in Hessen) zu spät beginnt, während Kinder im vorpubertären Alter für die Naturwissenschaften besonders aufgeschlossen und begeisterungsfähig sind.

An der Lichtenbergschule werden im zweiten Halbjahr der Klasse 11 die Kohlenwasserstoffe behandelt. Diesen Lernstoff habe

ich zu Beginn der Klasse 12 den Teilnehmern des Chemie-Grundkurses in einer Unterrichtsstunde zusammengefasst, so wie ich es auch für die Studienanfänger an der Fachhochschule im Brückenkurs „Repetitorium Abiturwissen“ mache. Für die Teilnehmer des Leistungskurses erfolgte die Zusammenfassung über die C–H-Verbindungen auf Englisch, der lingua franca der Naturwissenschaft und Technik (vgl. [2]).

Weitere Fachvorträge im Chemieunterricht sollten den Schülern vor allem zeigen, wie eine Vorlesung an der Hochschule abläuft. Dies fanden die Schüler gut. Einige Mittelstufenschüler räumten allerdings ein, dass sie sich nicht 90 Minuten lang konzentrieren konnten.

In den von Naturwissenschaft und Technik geprägten Industrienationen spielt die Zusammenarbeit von Chemikern, Biologen und Physikern eine große Rolle. Deshalb habe ich auch im Biologie- bzw. Physikunterricht einige Chemie-Vorträge gehalten. Im Biologiekurs der Klasse 13 stand gerade das Thema Genetik auf dem Programm, wozu eine Einführung in die Toxikologie mit dem Schwerpunkt über erbgutverändernde Substanzen gut passte. In das Thema Ökologie zu Beginn des Biologieunterrichtes der Klasse 12 reihte sich ein Vortrag über technischen Umweltschutz (Modellversuche zur Wasser- und Luftreinhaltung) mühelos ein. Im Physikunterricht der Klasse 10 ging es um Energie. Hier stellte ich die Sichtweise eines Chemikers zu dem Thema vor. Im Physik-Wahlpflichtkurs der Klasse 9 beschäftigten sich die Jugendlichen mit dem Fliegen und freuten sich, von einem Chemiker etwas über Materialien im Flugzeugbau (Leichtmetalle, Kohlenstofffasern) sowie über Treibstoffe für Flugzeuge und Raketen zu hören.

Interesse wecken und Verständnis für die Chemie erzeugen kann man auch, indem man sie in einem Unterrichtsfach an die Schüler heran trägt, in dem chemische Inhalte nicht erwartet werden, zum Beispiel im Religions- bzw. Ethik- oder im Deutschunterricht. Im letzteren interpretierte ich Goethes Roman „Die Wahlverwandtschaften“, in dem die Reaktion von Calciumcarbonat mit Schwefelsäure ein Gleichnis für zwischenmenschliche Beziehungen, Liebe und Betrug ist [3]. Im Religions- bzw. Ethikunterricht lautete mein Vortragstitel „Chemie und Bewahrung der Schöpfung“. Ausgehend von der Definition des Gleichgewichtsbegriffes in Physik, Chemie und Biologie stellte ich die Frage nach der Verantwortung insbesondere der Chemiker in unserer Welt und zeigte an Beispielen, was einerseits einzelne Chemiker durch Falschheit (zum Beispiel Profitgier oder Umweltkriminalität) und Irrtum (zum Beispiel FCKW) für Schäden anrichten können, was aber andererseits auch für ein konstruktives Potential in der Chemie zur Abwendung von Gefahren für die Menschheit steckt (zum Beispiel Entwicklung von nachwachsenden Rohstoffen oder von Solartechnik).

In das Europaschulprogramm der Lichtenbergschule passte es gut, Chemie auf Englisch zu unterrichten. In einer 8. Klasse, die zunächst vier Wochen Chemieunterricht über Stoffe und deren Eigenschaften bei ihrer regulären Chemielehrerin erlebt hatte, wurden die behandelten Themen im Englischunterricht auf Englisch wiederholt. Die Motivation und Beteiligung der Schüler war ausgesprochen hoch. Überfordert fühlten sie sich nicht, zumal die chemiespezifischen Inhalte bekannt waren [4].

In einer Arbeitsgemeinschaft ging es um Chemie-Journalismus. Die Teilnehmer sollten einen Artikel über den Fachbereich Chemische Technologie der FH Darmstadt, Hochschul-Bildungspartner der Lichtenbergschule,

für die Schülerzeitung und die Web-Seite der Schule schreiben. Wertvolle Hilfestellung, zum Beispiel zur Durchführung von Interviews, erhielten die Teilnehmer dankenswerterweise von A. Stich, einer Journalistin der Darmstädter Tageszeitung „Darmstädter Echo“.

Andere Schulen

Seit mehreren Jahren bietet der Fachbereich Chemische Technologie der FH Darmstadt Fortbildungsveranstaltungen für Chemielehrer

an. Dabei wurde auf das Rent-A-Prof-Programm hingewiesen, so dass ich auch von anderen Schulen eingeladen wurde und mein Repertoire an Vorträgen erweitern konnte. Im Chemie-Leistungskurs der Klasse 13 in Babenhausen referierte ich über Kunststoffadditive, im Gymnasium in Viernheim vor Schülern der Klasse 11 über das Massenwirkungsgesetz und im Chemie-Leistungskurs über Komplexchemie. Berufsschüler aus Wiesbaden interessierten sich für eine Studienberatung. Hauptschü-

Tabelle:
Rent-A-Prof-Veranstaltungen an der Lichtenbergschule Darmstadt

Informationsveranstaltungen	Dauer
Studienberatung (Schwerpunkt Chemie) für Oberstufenschüler	45 Minuten
Was ist Chemie? - eine Einführung in das Fach in der Klasse 6	45 Minuten
Chemie-Präsentation für Grundschüler am Tag der offenen Türe	20 Minuten
im Chemieunterricht	
Chemie der Kohlenwasserstoffe – Repetitorium der Organischen Chemie der Klasse 11 zu Beginn des Grundkurses Chemie in der Klasse 12	45 Minuten
Hydrocarbon Chemistry – Repetitorium der Organischen Chemie der Klasse 11 (auf Englisch) zu Beginn des Leistungskurses Chemie in der Klasse 12	90 Minuten
Farbstoffchemie: Theorie und Anwendung – Experimentalvortrag im Chemie-Grundkurs der Klasse 13	90 Minuten
Metallurgie – Vortrag in der Klasse 11	90 Minuten
Chemische Bindung und Edelgasregel – Vortrag im Chemieunterricht der Klasse 10	45 Minuten
Vom Sand zum Computer-Chip – Vortrag im Chemieunterricht der Klasse 10	45 Minuten
im Biologie- bzw. Physikunterricht	
Einführung in die Toxikologie – Experimentalvortrag im Biologie-Grundkurs der Klasse 13	90 Minuten
Wasser- und Luftreinhaltung – Experimentalvortrag im Biologie-Leistungskurs der Klasse 12	90 Minuten
Chemie und Energie – Experimentalvortrag im Physik-Unterricht der Klasse 10	90 Minuten
Chemische Aspekte in der Luftfahrt – Vortrag im Physik-Wahlpflichtkurs „Fliegen“ der Klasse 9	80 Minuten
im geisteswissenschaftlichen Fachunterricht	
Chemie und Bewahrung der Schöpfung – Vortrag im Religions- bzw. Ethikunterricht der Klasse 10	90 Minuten
Die Chemie in Goethes Roman „Die Wahlverwandtschaften“ – Experimentalvortrag im Deutschunterricht der Klasse 11	90 Minuten
im Englischunterricht	
Property of Matter – Chemie im Englischunterricht der Klasse 8	8x45 Minuten
Arbeitsgemeinschaft	
Chemie-Journalismus	

lern der Klasse 9 in Weiterstadt führte ich Experimente zum Thema Chemie und Energie vor.

Um einen noch größeren Hörerkreis zu erreichen, möchte ich die im Rahmen des RentA-Prof-Programms gehaltenen Veranstaltungen demnächst an der FH Darmstadt in Form einer Vorlesungsreihe für Lehrer und Schüler aus ganz Südhessen anbieten.

Themenwoche und Schnupperpraktikum

Hochschullehrer können mit einer Schule gut in Kontakt treten, wenn sie sich mit einem attraktiven Thema an der jährlichen Themenwoche der Schule beteiligen. Meine diesbezüglichen positiven Erfahrungen der letzten Jahre [5, 6] haben mich dazu motiviert, im Sommersemester 2002 wieder ein fächerverbindendes Thema anzubieten: Chemie und Fantasie – sinnliche Eindrücke beim Experimentieren.

Im Rahmen des Rent-A-Prof-Programms wurde ein Praktikumnachmittag für Oberstufenschüler zum Thema Chemische Reaktionstechnik, einem Schwerpunkt im Studium des Chemie-Ingenieurwesens, konzipiert. Die Versuche zur Bestimmung der Kinetik einer Esterseifung und zum Mischungsverhalten in Rührreaktoren wurden erstmals vom ChemieLeistungskurs der Klasse 12 der Lichtenbergschule durchgeführt. Mein Kollege *E. Schönemann* gab vorab eine theoretische Einführung in das Fachgebiet und die Experimente. Das Schnupperpraktikum kann demnächst auch anderen Interessenten angeboten werden.

Der Autor:

Prof. Dr. Volker Wiskamp promovierte 1981 in Chemie am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim-Ruhr. 1989 erfolgte die Berufung an die Fachhochschule in Darmstadt. Das derzeitige wissenschaftliche Hauptarbeitsgebiet ist die Didaktik und Methodik der Chemie sowie die Verbesserung der Beziehungen zwischen Schule und Hochschule.



FH-Professor als Vermittler zwischen Schule und Industrie

Als Fachhochschul-Professor betreue ich Betriebspraktika und Diplomarbeiten meiner Studierenden in der regionalen Chemischen Industrie. Dank meiner Kontakte und Produktkenntnisse konnte ich der Lichtenbergschule vorschlagen, wie der naturwissenschaftliche Unterricht unter Einbeziehung einer Bildungspartnerschaft mit Merck, der größten Chemie-Firma vor Ort, gestärkt werden kann, zum Beispiel durch Betriebsbesichtigungen und Lehreinheiten zur Firmenchemie, die lehrplankonform den Unterricht beleben. Meine Anregungen wurden in das Schulprogramm aufgenommen und entsprechen den Vorstellungen der Firma, zu deren Politik es gehört, auch in der naturwissenschaftlich-technischen Breitenbildung und Spitzenförderung der jungen Generation Verantwortung zu übernehmen und die deshalb in den nächsten Jahren die Schulen der Region, – vor allem die Lichtenbergschule –, mit Ideen und Projekten unterstützen und finanziell fördern möchte. Die fachdidaktische Betreuung der Zusammenarbeit zwischen der Schule und der Firma wird meine nächste Hauptaufgabe sein (vgl. [7]).

Naturwissenschaftliche Bildung vom Kindergarten-Alter an

In der Einleitung habe ich bereits darauf hingewiesen, dass das Interesse für die Chemie nicht erst im Leistungskurs, sondern bereits viel früher geweckt werden muss. *G. Lück* hat eindrucksvoll gezeigt, wie dies bereits im Vorschulalter gelingen kann [8]. In der Thomasgemeinde in Darmstadt hatte ich die Gelegenheit, mit Kindern spielerische Experimente zu den Themen Luft, Wasser sowie Essig, Zitronensaft und Backpulver (30minütige Einheiten mit 7-8 Kindern) durchzuführen [9] (Rent-A-Prof im Kindergarten). Die Begeisterungsfähigkeit der jungen Menschen hat mich davon überzeugt, dass eine *wirkliche* Verbesserung der naturwissenschaftlichen Bildung und der

Akzeptanz von Wissenschaft und Technik in unserer Gesellschaft nur dann gelingen wird, wenn im Bildungssystem von Anfang an kontinuierlich und nachhaltig naturwissenschaftlicher Unterricht erteilt wird. Bildungspartnerschaften sind dabei hilfreich.

Zu fast allen Vorträgen habe ich den Schülern Skripte (meistens Kopien aus meinen Lehrbüchern oder Publikationen) verteilt – so wie es an der Hochschule auch üblich ist. Interessenten können einige der Begleitmaterialien auf meiner Homepage [10] einsehen oder bei mir per E-Mail anfordern.

Volker Wiskamp

Literatur

- [1] V. Wiskamp, Verbesserung der Beziehungen zwischen Schule und Fachhochschule, Querschnitt (Beiträge aus Forschung und Entwicklung der FH Darmstadt) 16 (2002), im Druck.
- [2] V. Wiskamp, Chemieunterricht der Klasse 11 – Internationale Aspekte, CLB 52 (2001), Heft 6, S. 218-219.
- [3] J. Soentgen, Chemie und Liebe: ein Gleichnis – Die Chemie als Schlüssel zu den ‚Wahlver vandschaften‘ von Goethe, Chem. unserer Zeit 30 (1996), S. 295-297.
- [4] E. Grieshofer-Treber, V. Wiskamp, Properties of Matter – ein Thema im Englischunterricht, Chemie & Schule 2002, im Druck.
- [5] V. Wiskamp, H. Ritter, Wir modellieren die Farbstoffindustrie, Chemie & Schule 1998, Heft 2, S. 14-16.
- [6] V. Wiskamp, „Chemie und Gesundheit“ – Thema einer Projektwoche, Chem. Sch. 45 (1998), Heft 5, S. 298-303.
- [7] G. Vollmer, C. Merschhemke (Hrsg.), Kooperationsnetz Industrie – Schule (KIS) – Raum Köln –, 2. Aufl., Verlag für partnerschaftliche Beziehungen zwischen Industrie und Schule, Bonn, 1998; www.unternehmenschule.de.
- [8] G. Lück, Leichte Experimente für Eltern und Kinder, Herder Verlag, Freiburg, 2000.
- [9] V. Wiskamp, Chemie im Kindergarten, Publikation in Vorbereitung.
- [10] <http://www.fbc.fh-darmstadt.de/homepages/Wiskamp/index.htm>.

Analytica 2002 in München

20 Prozent mehr Besucher, 10 Prozent mehr Aussteller

Mit gutem Ergebnis schloss die Analytica 2002 am 26. April 2002: An den vier Messetagen wurden 34 000 Besucher gezählt (Analytica 2000: 28 300 Besucher). Das entspricht einem Besucherzuwachs von 20 Prozent. Mit 1 100 Ausstellern und beteiligten Unternehmen, davon 38 Prozent aus dem Ausland, erreichte die Messe auch bei den Ausstellern eine Rekordmarke (2000: 994). Eindrücke von der Veranstaltung vermitteln diese und die folgenden vier Seiten.

Das Besucherwachstum ist nach Messeangaben auf die signifikante Ausdehnung des Einzugsbereiches der Analytica in Richtung Ausland sowie Nord- und Ostdeutschland zurückzuführen. Insgesamt 26 Prozent (Vergleichsmesse: 15 Prozent) und damit über ein Viertel aller Besucher reisten aus dem Ausland (gesamt 104 Länder) an.

Die Bedeutung der Analytica als „Nährboden“ für den Bereich Life Sciences wird laut Dr. Joachim Ensslin, Geschäftsführer der Messe München, durch starkes Wachstum der Aussteller im Ausstellungssegment Biotechnologie unterstrichen: Im Vergleich zur Vorjahresveranstaltung wuchs die-



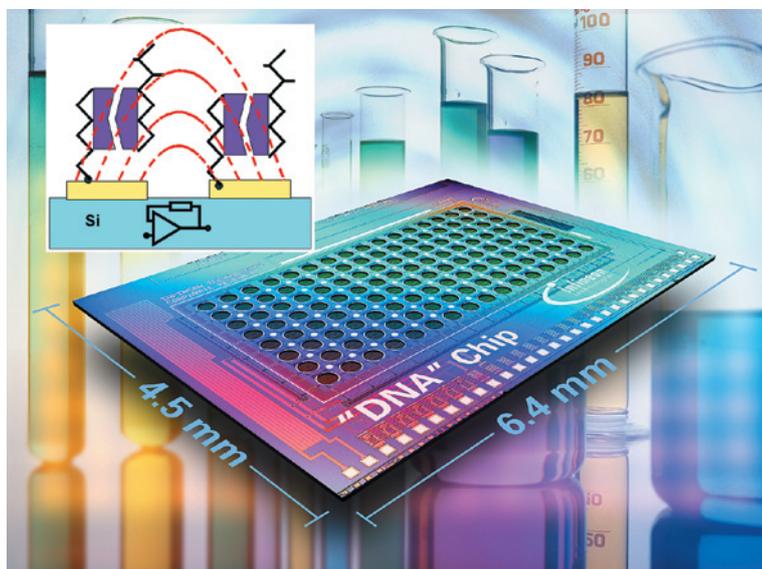
ser Messeschwerpunkt um über 140 Prozent. Für Ensslin bestätigt dieses Ergebnis die Konzeption der Messegesellschaft, dieser Branche mit der Analytica und der BioAnalytica eine jährliche Plattform zu bieten. Die BioAnalytica findet vom 1. bis zum 4. April 2003 in München statt, die nächste Analytica dort vom 11. bis zum 14. Mai 2004.

Noch viel Raum für eine Expansion der Analytica bietet das neue Messegelände in München auf dem früheren Flughafen, dessen Tower (oben, Bildmitte) noch an die damalige Nutzung erinnert.

Fünf der 56 Fraunhofer-Institute präsent – erster „Elektro-Biochip“

Auf der Messe in München präsentierten fünf der 56 Fraunhofer-Institute einen Querschnitt durch ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Zusammen mit Auftraggebern aus der Industrie entwickeln die FhG-Wissenschaftler und -Ingenieure individuelle Lösungen, so auch die auf der Messe vorgestellten Exponate aus den Bereichen Gas- und Flüssigkeitsanalytik, Diagnostik, Genomics, Proteomics, Drugscreening, Glukosemessung und Brennstoffzellen.

Das Fraunhofer-Institut für Silizium-Technologie ISIT stellte elektrische Biochips vor. Bei der Entwicklung von vollelektronischen Biochips arbeitet das ISIT im Rahmen eines seit April 2000 laufenden, dreijährigen BMBF-Förderprojektes mit Namen SIBANAT (Silizium-Chipsystem für die biochemische Analysetechnik) mit verschiedenen Partnern zusammen. Die SIBANAT-Projektpartner sind neben dem ISIT die Unter-



Links der erste Biochip mit integrierter elektronischer Signalauswertung (Grafik: Sensor mit angekoppelten Molekülen und darunter liegendem Verstärker; Abb.: ISIT/Infineon).

nehmen Infineon, Eppendorf, die November AG und Siemens AG. Die entwicklungstechnische Leistung von Infineon beispielsweise bestand darin, das für die Sensorelemente notwendige Gold zu integrieren, ohne die CMOS-Strukturen zu beeinflussen.

Die elektrischen Biochips besitzen gegenüber optischen Systemen den Vorteil einer weiteren Miniaturisierung des Systems. Durch den Verzicht auf optische Komponenten lässt sich die übliche mechanisch-optische Positionierung bei der Auslesung der Biochips durch eine robuste digitale Positionserkennung ersetzen. Für das elektrische Detektionsverfahren sind die optischen Eigenschaften der Probe unbedeutend; das Messverfahren ist partikel tolerant. Submikrometer-Elektrodenarrays können gleichzeitig zur Anwendung hoher elektrischer Felder für analytische Verfahren und zum Transport geladener Moleküle verwendet werden. In Kombination mit mikrofluidischen Komponenten auf den Biochips und miniaturisierter und integrierter Elektronik bilden diese Elemente die Basis für portable analytische Systeme.

Die Biochips werden positionsspezifisch mit biologischen Fängermolekülen – versehen mit einer Biotinmarkierung – modifiziert. Diese Beschichtung wird mittels Nanoliterdosierung und spezieller Oberflächenchemie ermöglicht. Beim integrierten elektronischen Analyseverfahren werden den zu untersuchenden Proben, die sich mit den Fängermolekülen

verbinden (hybridisieren), wenn eine geeignete Schlüssel-Schloss-Konfiguration vorliegt, Enzyme zugefügt. Dabei handelt es sich um alkalische Phosphatasen, gekoppelt an ein Streptavidinderivat. Diese Enzyme können eine weitere zugegebene Substanz – Paraaminophenylphosphat – in elektrisch aktive Bestandteile aufspalten. Dadurch entsteht ein Stromfluss von einem Picoampere (ein Millionstel eines Millionstel Ampere) bis 100 Nanoampere an den Goldelektroden der Sensorelemente, der mit hochempfindlichen, direkt unterhalb der Sensorfläche befindlichen Schaltungen gemessen werden kann. Über den zeitlichen Verlauf des Stromflusses lässt sich die Zusammensetzung und Konzentration einer gesuchten Substanz ermitteln.

Das System bietet als Technologieplattform Kompatibilität sowohl zu allen gängigen ELISA Assays als auch zu Nukleinsäuren basierten Hybridisierungs-Nachweisen. Zur Vermarktung elektrischer Biochip-Produkte wurde vom ISIT die spin-off Firma eBiochip Systems GmbH (www.ebiochipsystems.com) ausgegründet, die sich mit neuen Ansätzen im Marktsegment der biochemischen und molekularbiologischen Analytik positioniert.

TNT-Sensor gegen Minen

Die Bestimmung von Sprengstoffen nicht nur in kontaminierten Böden und Wässern sondern auch in der Gasphase ist eins der Projekte, die das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT vorstellte. Die dortigen Wissenschaftler entwickelten elektrochemische Sensoren, die ähnlich tierischen Nasen kleinste Mengen gefährlicher Stoffe aufspüren können. Zugrunde liegt den Sensoren ein gängiges Messverfahren, die zyklische Voltametrie. Dabei wird an einer Mikroelektrode aus Edelmetall die elektrische Spannung periodisch variiert und der resultierende Strom gemessen. Befinden sich Spuren des gesuchten Sprengstoffs in der Luft, finden

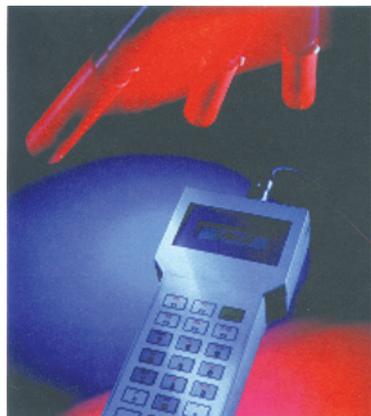
an der Elektrode elektrochemische Reaktionen statt. Die Stromwerte weichen von den „normalen“ Werten ab, umso mehr, je höher die Stoffkonzentration ist.

Es können Konzentrationen von weniger als einem ppb (parts per billion), also weniger als einem Teilchen pro einer Milliarde Luftmoleküle, gemessen werden – beispielsweise den Sprengstoff TNT, der in über 80 Prozent aller Landminen enthalten ist und an der Erdoberfläche über Tretminen gefunden wird, weil der Sprengstoff durch das Minengehäuse nach außen diffundiert. Schätzungen zufolge sind noch über 100 Millionen der gefährlichen Waffen in 70 Ländern weltweit vergraben, und es werden ständig neue gelegt. Der Sprengstoffsensor könnte helfen, sie zu finden: Ziel der Entwicklungsarbeiten ist ein kleines und einfach zu bedienendes Handgerät; die Messdauer beträgt bisher rund eine Sekunde.

Füllstände von Titerplatten

Im Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF entstand ein Mess-System zur Qualitätssicherung. Damit ist eine berührungslose Füllstandsmessung in Titerplatten möglich. Eine schnelle und zuverlässige Auswertung einer Titerplatte setzt die gleichen Ausgangsbedingungen in den einzelnen Wells voraus.

Das sich im Well befindende Volumen ist für einen Analyseprozess in der Laborautomation von großer Bedeutung. Die zuverlässige Erkennung, ob ein Well mit geringem Volumen korrekt befüllt ist, ist ein wichtiger Kontrollschritt, der vor weiteren kostspieligen Prozessschritten (TiterplattenReader, weiteres Befüllen) durchgeführt werden sollte. Das Mess-System kann den Füllstand in Titerplatten mit 96 als auch 1536 Wells erfassen. Dabei können Volumina bis zu einem Mikroliter detektiert werden. Auf der Analytika war nur eine von vielen Einbaumöglichkeiten in verschiedenen Laborautomatisierungsanlagen zu sehen.



Prototyp eines Sensorsystems für Sprengstoffe (Abb.: FhG/ICT)

Markierungsfreie Detektion

Das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM zeigte die markierungsfreie Analytik von Biomolekülen. Für die Messung von biomolekularen Interaktionen wie zum Beispiel Immunreaktionen ist meist ein Reporter-molekül notwendig. Oft dienen Fluoreszenzmarker zum Nachweis einer Bindung. Diese beeinflussen jedoch häufig die zu untersuchende Reaktion. Eine Alternative bietet eine markierungsfreie optische Detektion auf Basis eines Young-Interferometers.

Zentrales Bauelement des Interferometrischen Biosensorsystems ist ein Transducer-Chip, bestehend aus einem strukturierten Dünnschichtwellenleiter, der sich in zwei gleiche Äste verzweigt. Die Einkopplung des monochromatischen Laserlichts (He-Ne, $\lambda = 633 \text{ nm}$) erfolgt über die Stirnfläche des Chips. An der hinteren Kante tritt das durch den Wellenleiter geführte Licht aufgrund der kleinen Strukturweite und Schichtdicke des Wellenleiters als divergente Strahlen aus. Diese erzeugen durch Überlagerung eine charakteristische Intensitätsverteilung, das Interferenzmuster, das von einer CCD-Zeile detektiert wird.

Lagern sich nun auf einem der beiden Äste des Wellenleiters Moleküle an, ändert sich die Phasengeschwindigkeit des Lichts im betreffenden Ast, was zu einer räumlichen Verschiebung des Interferenzmusters führt. Die beiden Äste sind unterschiedlich präpariert, so dass der Analyt nur an einem der beiden Wellenleiter bindet: Entweder werden auf dem Messarm Fängermoleküle (z. B. Antikörper) immobilisiert oder mittels einer Doppelkammerküvette beide Arme unterschiedlich bestrahlt. Somit dient ein Wellenleiter als Referenzarm, der andere als Messarm. Dieses Vorgehen macht das Gerät weitgehend unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen wie z. B. Labortemperaturänderungen.

Maren Bulmahn

Wilhelm Fresenius GDCh-Ehrenmitglied

Professor Dr. Wilhelm Fresenius (Bild rechts, Foto: RK), wurde anlässlich der Analytica Conference in München mit der höchsten Auszeichnung der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), der GDCh-Ehrenmitgliedschaft, geehrt. Professor Dr. Andreas Manz, London, erhielt zum selben Anlass den Fresenius-Preis der GDCh. Der Heinrich-Emanuel-Merck-Preis für Analytik ging an Professor Dr. Jonathan V. Sweedler, Urbana, Illinois.

Die GDCh würdigt mit der Vergabe der Ehrenmitgliedschaft an Wilhelm Fresenius dessen „herausragenden Einsatz zur Förderung der Wissenschaften weit über die Chemie und über nationale Grenzen hinweg. Ihm ist es gelungen, Fortschritte in der wissenschaftlichen Grundlagenforschung mit anhaltendem unternehmerischen Erfolg und außergewöhnlicher wissenschaftspolitischer Wirkung zu verbinden“, heißt es in der Verleihungsurkunde.

Wilhelm Fresenius ist seit 1947 Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker. Der damals 34-jährige Chemiker und Lebensmittelchemiker meldete zugleich seine Mitgliedschaft in sieben Fachgruppen und Arbeitskreisen an. Hauptamtlich war er damit beschäftigt, das im Krieg zerstörte Wiesbadener Laboratorium, das sein Urgroßvater Remigius Fresenius gegründet hatte, wieder aufzubauen. Auch die Chemieschule Fresenius, heute Europa Fachhochschule Fresenius, ebenso eine Gründung des Urgroßvaters, wurde wieder errichtet. Wilhelm Fresenius war neben seinen Tätigkeiten als Unternehmer, Forscher und Lehrer seit 1948 langjähriger Herausgeber von Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie. Er ist seit 1950 Gründungsherausgeber der CLB.

Der Fresenius-Preis erinnert an den Geheimen Hofrat Professor Dr. C. Remigius Fresenius und wird seit 1962 von der GDCh auf Vorschlag der Fachgruppe Analytische Chemie verliehen. Sein diesjähriger Preisträger, Andreas Manz, erhält ihn für seine Arbeiten zum Einsatz der Mikro-System-Technik in der chemischen Analytik und Bioanalytik. Der Heinrich-Emanuel-Merck-Preis für Analytik wurde 1988 von der Merck KGaA gestiftet. Der Forschungsschwerpunkt des diesjährigen Preisträgers, Jonathan V. Sweedler von der University of Illinois, liegt auf dem Gebiet der analytischen Neurochemie.



Teli-Gespräch Drogenkontrolle

Speichel macht Probleme

Drogen im Straßenverkehr stellen seit kurzem eine Ordnungswidrigkeit dar. Um der Testmenge durch Polizeikontrollen Herr zu werden, setzen die Analytiker auf Immunoassay-Screeningmethoden. Statt Urin kann bald ein Wattebausch, den Autofahrer kauen, als Probe dafür dienen.

Noch zu bestimmen ist für diesen einfachen Speicheltest die Korrelation zwischen der Konzentration von Drogenmetaboliten im Speichel zu solchen im Blut. Dies erläuterte Prof. Dr. Hans H. Maurer, Toxikologe an der Universität des Saarlandes, auf dem Teli-Expertengespräch der Analytica, das in Kooperation mit der Wissenschaftspressekonferenz, der GDCh

und der Messe München über Drogen- und Dopingkontrolle aufklärte.

Laut Maurer reagiert der Speicheltest ebenso auf den Verzehr von Mohnkuchen. In den USA sei wegen der Testprobleme die Obergrenze von erlaubten Morphinderivaten im Blut von 500 auf 2000 Nanogramm pro Milliliter Blut heraufgesetzt worden. Der Test zeige auch positive Resultate, wenn man regelmäßig Hasch nehme, da Cannabis-Metaboliten nur langsam abgebaut würden. Ein Waldlauf führe hingegen nicht zu testsignifikanten Endorphinmengen. Gerichtsverwertbar sind nach wie vor nur massenspektroskopische Analysen von Blut. RK



„Wir laufen immer hinterher“, kennzeichnete Hans Maurer die Drogen- und Dopinganalytik bei der Einladung der Technisch-Literarischen Gesellschaft (Teli). Beim Doping erschwerend: Der Trend geht hin zu körpereigenen Stoffen (Foto: RK).

Momentaufnahmen von der Messe

Gut Lachen auf der Analytica haben...

...Dr. Kai Henning Viehweger, Uwe Loyall, Jan Volker Geil, Dr. Hans-Jürgen Knabe und Markus Steinke (v.l.) von Metrohm...



...denn **Metrohm** wächst beständig. Allein die Deutsche Metrohm, die in diesem Jahr ihr 35 Firmenjubiläum feiert (und zu der auch die niederländischen ECO Chemie B.V. sowie die Applikon B.V. gehören), wuchs von 78 Mitarbeitern 1997 auf nunmehr 92 Mitarbeiter und fünf Auszubildende. Wie Dr. Hans-Jürgen Knabe, Geschäftsführer der

Deutschen Metrohm GmbH & Co., auf der Pressekonferenz anlässlich der Analytica betonte, sind dies zu einem hohen Anteil Akademiker, die auch im Außendienst sachkundig die Kunden bei ihren Analytik-Aufgaben beraten und unterstützen. Besondere Marktchancen sieht man in der Ionenchromatographie, für die in Deutschland seit Jahresbeginn fünf technische Büros bestehen. Sie sollen das Beratungskonzept der 14 technischen Büros von Metrohm in den Bereichen Titration und Elektroanalytik in Deutschland für die Ionenchromatographie übernehmen.

Dass Metrohm – eine „Seitenlinie“ der nach dem 2. Weltkrieg in der Schweiz gegründeten Radiofirma Studer-Revox – sich aus einer Marktnische heraus entwickelt, beleuchtete Metrohm-Vizepräsident Jan Volker Geil. Danach beläuft sich der Weltmarkt an analytischen Instrumenten auf etwa 19 Milliarden US-Dollar. Die Hälfte davon betrifft die physikalischen (spektroskopischen) Methoden, 45 Prozent physikochemische Methoden (Chromatographie). Nur fünf Prozent fällt auf elektrochemische und andere chemische Methoden. „Das ist die Nische, in der wir arbeiten“, umriss Geil das Unternehmens-Tätigkeitsfeld. „Wir kämpfen hier allerdings lieber um Platz 1 als um zweistellige Plätze in anderen Bereichen“, beschrieb er die Strategie des Unternehmens,

das weltweit etwa 700 Mitarbeiter beschäftigt, davon etwa 300 im Schweizerischen Herisau. Der Umsatz von Metrohm im Jahre 2000 betrug 180 Millionen Schweizer Franken.

Geil bekräftigte, die Ionenchromatographie (IC) und auch die Voltammetrie gleich wie die Titration ausbauen zu wollen. Nach Anfängen mit der IC bei Metrohm in den 80er Jahren sei man heute bereits weltweit die Nummer 2 auf diesem Gebiet, nach Dionex. Ionenchromatographie werde auch immer billiger. Metrohm-Kompaktgeräte ermöglichten es erstmals, dass IC in der Ausbildung an Universitäten und Schulen gelehrt werden könne. IC Marketing-Manager Dr. Kai Henning Viehweger nannte als Aufwandspreis je IC-Analyse 25 Euro-Cent.

Als eine Innovation, die zu einem entsprechenden Erfolg führen kann, nannte Marketing-Manager Markus Steinke das Titrationssystem „Titrando“. Es bringe ein Maß an Rückführbarkeit und Überprüfbarkeit in die Titration, das bislang nicht möglich gewesen wäre. Sein Kollege für die Voltammetrie, Uwe Loyall, nannte als Vorteile dieser Technik, auch hochkonzentrierte Salzlösungen bestimmen zu können sowie in der Speziesanalytik besonders gute Ergebnisse zu liefern. Außerdem lasse sich die Voltammetrie auch automatisieren und so in die Produktionskontrolle einsetzen.

...und Gabriele Lütke-Mehren von **a1-envirotech**. Die neue Firma aus Düsseldorf mit derzeit zehn Mitarbeitern hat nämlich von Abimed den Vertrag zum Vertrieb von Mitsubishi-Analysatoren übernommen; sie tritt als exklusiver Vertriebspartner der Mitsubishi Chemical Corporation in Deutschland und Österreich auf. Die Japaner sind einer der größten Hersteller von Elementaranalysatoren, etwa dem hier gezeigten Schwefelanalysator. In ihm werden Schwefelverbindungen mit Sauerstoff umgesetzt und mit UV-Licht zur Fluoreszenz angeregt. Eine patentierte Gasregelung führt zu einem großen Messbereich von 10 ppb bis 5000 ppm. Proben werden von oben aufgegeben; der senkrechte Ofen (Bild) ist so leicht zu reinigen. Mit dem Gerät lässt sich auch Stickstoff bestimmen. Muttergesellschaft von a1-envirotech ist die a1-technologies GmbH, zu der auch die Handelsfirma a1-biotech gehört.



Gut Lachen auch bei der Firma **Knauer** (Bild rechts: Gründer Dr. Herbert Knauer mit Frau Roswitha und Tochter Alexandra Knauer, nun Inhaberin und Geschäftsführerin, sowie Geschäftsführer Bernward Rittgerodt): Man sieht dem Jahr 2002, dem 40. der Firmengeschichte, optimistisch entgegen. Schon im schwierigen Jahr 2001 sei es gelungen, den Umsatz gegenüber dem guten Vorjahr nochmals um 20 Prozent zu steigern. Zuwächse zeichneten sich vor allem bei der präparativen Chromatographie ab, bei der kontinuierliche Methoden in den Vordergrund rückten.

Als Anlagen, die dies leisten, zeigte man auf der Analytica Simulated Moving Bed-Systeme (SMB), und zwar als Pilotanlage für die Produktion von bis zu 100 Kilogramm Reinsubstanz – etwa von chiralen Verbindungen – pro Jahr als auch als Produktionsanlage für bis zu einer Tonne Reinsubstanz pro Jahr. Nach Angaben von Dr. Birger Holz, Leiter Produktmanagement bei Knauer, beträgt die Lieferzeit für eine SMB-Anlage nur noch ca. ein bis zwei Monate. Als Neuigkeit stellte die Berliner Firma auf der Messe den Dioden Array-Detektor K-2800 (1024 Dioden) vor, der mit einer Deuterium- wie auch mit einer Halogenlampe arbeitet und so einen Wellenlängenbereich von 190 bis 1020 Nanometer abdeckt. Laut Produktmanager Thomas Speck zeichnet sich der Softwaregesteuerte Detektor zudem durch ein sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis aus.

Über den **Preis Molecular Bioanalytics 2002** freuten sich Prof. Dr. Lubert Stryer von der Stanford University, weltweit unter den Biowissenschaftlern bekannt durch sein in ca. 40 Sprachen übersetztes, etwa einmillionenfach verkauftes Standardwerk „Biochemie“ und Dr. Richard P. Haugland, Gründer und Vorsitzender der Firma Molecular Probes aus Eugene, Oregon. Die Wissenschaftler erhielten den Preis von der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie (GBM), vertreten durch



...(v.l.) Roswitha Knauer, Alexandra Knauer, Bernward Rittgerodt, Dr. Herbert Knauer...

den Präsidenten Prof. Dr. Frieder W. Scheller, für ihr Lebenswerk sowie deren Entwicklung von Anwendungen des Fluorescence Resonance Energy Transfer (FRET). Unter früheren Preisträgern des mit 50 000 Euro dotierten und

von Roche Diagnostics gestifteten Preises befinden sich die später mit dem Nobelpreis ausgezeichneten Wissenschaftler Frederick Sanger, Cesar Milstein, Georges Köhler sowie Karry B. Mullis.

Rolf Kickuth



...sowie (v.l.) Prof. Dr. Frieder W. Scheller mit den „Molecular Bioanalytics“-Preisträgern Prof. Dr. Lubert Stryer und Dr. Richard P. Haugland (Fotos: RK).

F&E-Aufwendungen sowie neue Förderprojekte Wirtschaft und Staat investieren weiter

Ebenso wie die deutsche Wirtschaft im vergangenen Jahr ihr Engagement in puncto Forschung und Entwicklung gesteigert hat und im laufenden Jahr weiter steigern wird, werden auch weiterhin öffentliche Fördermittel für verschiedenste Themenbereiche vergeben.

Mit rund 18,3 Milliarden Euro investierte 2001 der Fahrzeugbau besonders viel im Bereich Forschung und Entwicklung. Auf den Plätzen folgen Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik, Chemische Industrie und Maschinenbau.

Staatliche Förderungen arbeiten oft europaweit. Zum Beispiel enthält das Eureka-Forschungsprogramm zu technischen, medizinischen und biologischen Themen rund 1800 Projekte mit einem Finanzvolumen von rund 25 Milliarden Euro.

Brandschutz

Das Forschungsprojekt „Firedevil“ gehört mit über 200 weiteren Projekten zu einer Forschungsstrategie der Europäischen Union, die sich mit neuen Materialien beschäftigt, und ist Teil des Eureka-Forschungsprogramms. An dem auf knapp fünf Millionen Euro veranschlagten Projekt der Fachhochschulabteilung Recklinghausen arbeitet als Industriepartner das niederländische Unternehmen Scheuten Glasgroep in Venlo mit. Etwa zwei Drittel des Finanzbedarfs kommen von Scheuten, das dritte Drittel übernimmt die EU.

In dem Vier-Jahres-Projekt geht es um die Entwicklung transparenter Glaswände, die im Brandfall die Flucht- und Rettungswege vor Flammen und Hitze schützen sollen. Als Lösung wird hierzu zwischen zwei Glasschichten eine Funktionsschicht auf Basis von Silikaten eingebaut. Diese Funktionsschicht absorbiert die Brandhitze, indem sie zunächst etwas aufschäumt und anschließend ganz langsam schmilzt

und so die bis zu 1000 Grad Celsius heißen Temperaturen aufzehrt.

In Recklinghausen wird das Brandschutzprojekt im Laufe der kommenden Jahre Aufträge im Umfang von bis zu einer Million Euro an regionale Zulieferer und Anlagenbauer vergeben. Ausserdem sind fünf neue Arbeitsplätze an der Hochschule entstanden.

Ökosystem

Wahrscheinlich leben etwa acht bis zehn Millionen Pflanzen-, Tier-, Pilz-, Bakterien- und sonstige Arten auf unserer Erde. Biologen haben bisher allerdings erst rund zwei Millionen beschrieben.

Während die Wissenschaft die meisten Arten noch katalogisieren muss, verringern gleichzeitig Umweltbelastungen und Naturzerstörung diese biologische Vielfalt in einem bisher nie gekannten Ausmaß. Die Beantwortung der Frage nach der Bedeutung von Biodiversität für die Stoffkreisläufe in Ökosystemen fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit insgesamt 1,5 Millionen Euro.

An dem Großforschungsprojekt unter der Leitung von Prof. Dr. Wolfgang W. Weisser von der Friedrich-Schiller-Universität und Prof. Dr. Detlef Schulze vom Jenaer Max-Planck-Institut für Biogeochemie und ihren Arbeitsgruppen beteiligen sich auch das Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie in Jena, die Technischen Universitäten Darmstadt und Berlin sowie die Universität Zürich (Schweiz).

Am Beispiel des Modellökosystems Grünland sollen Kohlenstoffbilanzen der Ökosysteme aufgestellt und die Umsatzraten und Verluste von Nährstoffen in den Systemen in Abhängigkeit von der Biodiversität berechnet werden. Dazu werden ab Mai 2002 über 500 Wiesen aus unterschiedlich vielen Pflanzenarten in der Saaleaue angesät und untersucht.

Das Projekt ist stark interdisziplinär ausgerichtet. Arbeitsgruppen aus den Bereichen Hydrologie, Biogeochemie, Bodenkunde, Botanik, Zoologie und Agroökologie wirken eng zusammen. Die DFG fördert Projekt zunächst bis 2004, die geplante Laufzeit beträgt aber zehn Jahre. Aus DFG-Mitteln werden zwölf Wissenschaftler und sechs Gärtner bzw. technische Mitarbeiter für die acht Teilprojekte eingestellt. Hinzu kommen weitere Mitarbeiter, die von den beteiligten Institutionen für dieses Projekt zur Verfügung gestellt werden.

Recycling

Bauteile aus Magnesium werden im Automobilbau seit einigen Jahren vermehrt eingesetzt. Innerhalb der vergangenen fünf Jahre hat sich der Bedarf an Magnesium-Druckgusslegierungen verdreifacht.

Während von den Produkten aus Magnesium keine Gefahr ausgeht, stellen Magnesiumspäne und sonstige bei der Herstellung der Bauteile anfallenden Magnesiumpartikel ein erhöhtes Sicherheitsrisiko dar. Das ungünstige Verhältnis Volumen/Oberfläche begünstigt Brände und Explosionen. Ein Großteil dieser Späne und Stäube, zum Teil verunreinigt mit Kühlschmieremulsionen und Ölen, muss aus Mangel an alternativen Verwendungszwecken zurzeit noch als Sondermüll deponiert werden.

Wie dieser Magnesium-Sondermüll recycelt werden kann, ist Forschungsinhalt eines von der Europäischen Union (EU) mit 500 000 Euro geförderten Vorhabens. In dem auf zwei Jahre angelegten Forschungsprojekt erarbeitet die Fachhochschule Aalen gemeinsam mit einem dänischen Forschungsinstitut sowie sechs mittelständischen Unternehmen aus Dänemark, Norwegen, Österreich und Deutschland ein Konzept des Magnesiumrecyclings. *MB*

Der US-Markt für Gentherapie

Ab 2005 signifikante Steigerungen zu erwarten

Die Unternehmensberatung Frost & Sullivan rechnet in einer neuen Analyse damit, dass allein der US-Markt für Gentherapie bereits im ersten Jahr der Vermarktung entsprechender Produkte – also um 2004 – Umsätze in Höhe von 125 Millionen US-Dollar erwirtschaften wird. Für die Folgejahre sind dann signifikante Steigerungen zu erwarten, da davon auszugehen ist, dass ständig neue Anwendungsgebiete hinzukommen.

Die Forschung nach vermarktbareren Therapien läuft auf Hochtouren, ist allerdings nicht unumstritten und wird von den Regulierungsbehörden streng überwacht. Seit dem Tod eines jungen Patienten in den USA, der als ers-

tes Opfer dieser Behandlungsart gilt, will die US-Regierung kritische Experimente nun noch stärker kontrollieren. Die FDA (Food & Drug Administration), die oberste Arzneimittelbehörde der USA, hat bereits mit der Überwachung der Studien begonnen. Gleichzeitig gibt es neue Gesetzesvorschläge zum Schutz des Menschen bei klinischen Studien im Allgemeinen.

„Strikte Auflagen werden die Forscher dazu zwingen, sich einer rigorosen strategischen Bewertung ihrer Technologien und klinischen Ansätze zu unterziehen,“ meint Branchenanalyst Eric E. Gay von der Unternehmensberatung. „Dadurch verzögert sich zwar kurzfristig der Entwicklungsprozess, und die Produkte kommen erst später auf

den Markt, aber die Reglementierung hat auch ihre Vorteile: Wenn eine Therapie dann tatsächlich alle Prüfungen überstanden hat, ist sie auch weitaus glaubhafter.“

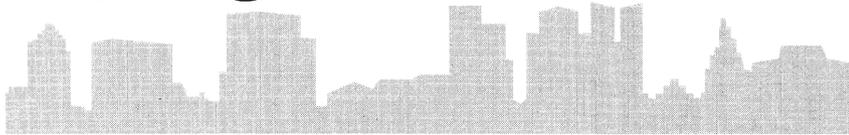
Weltweit 600 klinische Studien

Momentan laufen weltweit an die 600 klinische Studien, davon 80,5 Prozent in den USA und 16,6 Prozent in Europa; kein einziges Produkt hat bisher die Marktzulassung erreicht. Erst ein solches positives Signal wird den erwarteten Durchbruch bringen und der Gentherapie im Gesundheitsmarkt, in der Öffentlichkeit und bei den Investoren die für ihren Erfolg erforderliche Legitimation verschaffen.

Stellenangebote

DER MAGISTRAT • STADTENTWÄSSERUNG

STADT  FRANKFURT AM MAIN



Wir betreiben die größte Abwasserreinigungsanlage in Hessen und eine der größten Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland und suchen für unsere Abteilung Abwasserbehandlung, Planung, Bau und Betrieb – Sachgebiet Eigenüberwachung – eine/n

Chemotechniker/in / Umwelttechniker/in (Vergütungsgruppe Vb BAT) Kennziffer 7000 01-0227

Die Aufgaben beinhalten das selbständige Durchführen schwieriger Schlamm- und Abwasseruntersuchungen nach DIN- und DEV-Methoden; Prüfung, Auswertung und Dokumentation schwieriger Mess- und Betriebsergebnisse zur Überwachung des Betriebes der Abwasserreinigungsanlagen und Klärschlammverbrennungsanlage; Betreuung von Probenahme-, Labor- und Messgeräten für die Eigenüberwachung und des PC-Systems; Betreuung von Versuchsanlagen.

Wir erwarten eine abgeschlossene Berufsausbildung als Chemo- oder Umwelttechniker/in oder eine gleichwertige Ausbildung; langjährige einschlägige Berufserfahrung; Fähigkeit zur selbständigen Arbeit; EDV-Kenntnisse, Führerschein der Klasse 3.

Wir bieten eine angemessene Bezahlung nach dem BAT, eine Zusatzversorgung und ein Job-Ticket.

Die Dienststelle strebt an, den Anteil von Frauen in diesem Bereich zu erhöhen. Frauen sind deshalb besonders aufgefordert, sich zu bewerben. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit zur Teilzeitbeschäftigung.

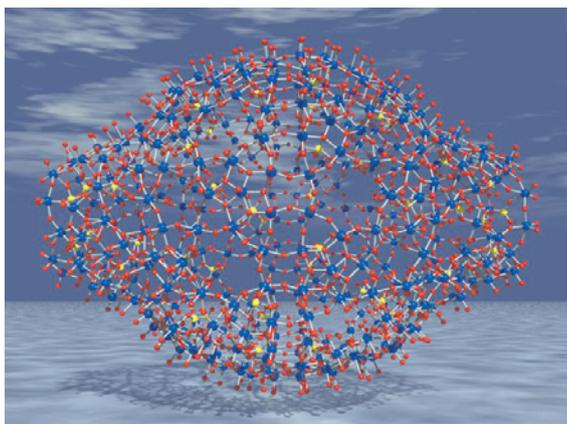
Bewerbungsunterlagen richten Sie bitte bis vier Wochen nach Erscheinen dieser Anzeige an den

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main
Eigenbetrieb
Stadtentwässerung Frankfurt am Main – Personalabteilung
Goldsteinstraße 160
60528 Frankfurt am Main

Rekordcluster mit 368 Molybdänatomen

„Nano-Igel mit Sauerstoffstacheln“

Einen Weltrekord verzeichnen nach eigenen Angaben die Professoren Achim Müller und Andreas Dress von der Universität Bielefeld.



Das Bild zeigt schematisch den Aufbau des Clusters („Nano-Igel“), wobei die blauen Kugeln die Positionen der Molybdänatome und die roten Kugeln die Positionen der Sauerstoffatome bedeuten (Abb.: Uni Bielefeld).

Den Wissenschaftlern ist die Synthese eines isolierten Clusters gelungen, der 368 Molybdänatome, insgesamt aber fast zweitausend Atome enthält. Solche Größenordnungen sind in der belebten Natur, bei den Proteinen, üblich.

Die Höhe des abgebildeten Clusters beträgt etwa 2,5 Nanometer, die Breite etwa vier Nanometer. Dieser Nano-Igel, so genannt wegen seiner Sauerstoff-„Stacheln“, die die Oberfläche des Clusters bilden, ist also tatsächlich immer noch sehr, sehr klein. Aus der Sicht der Chemiker, die normalerweise mit Molekülen mit Dimensionen in der Größenordnung von zehntel bis hundertstel Nanometern zu tun haben, ist er natürlich riesig.

Neben dem Größenweltrekord für anorganische Cluster ist das Besondere, dass sich die Struktur eines solch komplexen Gebildes

vollständig aufklären ließ. Bei der Strukturbestimmung an Proteinen hat man häufig das Problem einer intrinsisch begrenzten Auflösung. Das ist ungefähr so, als ob sich das Bild in einem Mikroskop nicht richtig scharfstellen lässt. Hinzu kommen die begrenzten Genauigkeiten der zusätzlich verwendeten analytischen Verfahren.

Ganz anders im vorliegenden Fall. Es gibt hier ein richtig „scharfes“ Bild der Struktur, wobei den Kristallographen allerdings auch die Symmetrie des Gebildes zur Hilfe gekommen ist. Ungewöhnlich ist auch die mathematische Topologie der Oberfläche, auf der Bereiche negativer Krümmung von Bereichen positiver Krümmung abgelöst werden. Die Symmetriebrechung in den Übergängen zwischen diesem Bereich kann als Modell dafür dienen, wie die Natur Monotonie unterbricht.

Kratzfeste Lacke durch Nano-Keramikpartikel Stahlwolle ohne Chancen

Kratzfeste Autolacke waren für viele Autofahrer bisher ein Traum. Auf der Hannover Messe präsentierten Wissenschaftler des Instituts für Neue Materialien (INM) unlängst eine weltweit zum Patent angemeldete Erfindung – den ersten superkratzfesten Autolack. Messebesucher konnten sich am Stand des Saarbrücker Instituts überzeugen: Selbst Stahlwolle kann dem hauchdünnen Superlack nichts anhaben.

Die neuartige Beschichtung ist nur ein Hundertstel Millimeter dünn und hat nahezu die Kratzfestigkeit von mineralischem Glas. Möglich macht dies eine „Rüstung“ aus nanoskaligen Keramikpartikeln, die 4000 mal kleiner sind als der Durchmesser eines menschlichen

Haares. Die Erfindung steht bereits als ausgereifte Pilottechnologie zur Verfügung. Der Superlack lässt sich mit den heute in der Automobilindustrie üblichen Lackierverfahren verarbeiten.

Im Nanokosmos herrschen besondere Gesetze: Produziert man Metalle, Glas, Keramik oder Halbleiter nicht als Festkörper, sondern als Partikel im Nanomaß, dann verfügen sie über völlig neue Eigenschaften: Glas kann als Klebstoff verwendet werden, Metalle werden zu Farbstoffen, und Magnetismus lässt sich sogar ausschalten. Ein herausragender Vorteil der Nanopartikel: ihre Transparenz. „Beispielsweise Metall kann transparent zu Beschichtungen oder Scheiben verarbeitet werden“, erklärt Prof. Dr. Helmut

„Es müsste in Zukunft möglich sein, Materie derart fein zu ordnen, dass der gesamte Inhalt der Encyclopedia Britannica auf einem Stecknadelkopf Platz findet!“
Richard Feynman 1959

Schmidt, Geschäftsführer des Leibniz-Instituts für Neue Materialien. Das Anwendungsspektrum ist breit. Seit einiger Zeit arbeitet das Institut gemeinsam mit dem Bayer-Konzern unter anderem an neuartigen Windschutzscheiben für die Automobil-Industrie.

„Als ich damals meine Absicht bekundete, Nanopartikel für neue Werkstoffe auf chemischem Weg herzustellen, stieß ich bei führenden Experten noch auf Skepsis und auch Kritik“, erinnert sich Schmidt.

Neue Biosensoren und -chips Fett- und Toxizitätsbestimmung

Der Fettanteil von Milch lässt sich jetzt leicht mit einem neuen Biosensor bestimmen, den Dresdner Forscher entwickelten. Ihre Berliner Kollegen können hingegen mit einem neuen Biochip die möglicherweise schädigende Wirkung von Chemikalien auf biologische Systeme schon bei sehr geringen Stoffkonzentrationen ermitteln.

Fette im Abwasser sind Nährboden für Mikroorganismen, die bewirken, dass das Wasser nicht ausreichend gut geklärt werden kann. Die bisher gängigen Verfahren zum Nachweis von Ölen und Fetten in Wasser benötigen jedoch viel Zeit – und Lösungsmittel.

Wissenschaftlern vom Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik der TU Dresden haben nun ein Biosensorsystem entwickelt, mit dessen Hilfe der Fettanteil in wässrigen Lösungen bestimmt werden kann. Das Verfahren ist bereits so weit ausgereift, dass demnächst der Fettgehalt von Milch schnell und unkompliziert bestimmt werden kann. Doch die Forschungen gehen weiter, denn das eigentliche Ziel besteht darin, Fette und Öle im Abwasser zu quantifizieren. Im Gegensatz zur Milch ist im Abwasser der Fettgehalt nicht homogen verteilt. Das erschwert das Analyseverfahren erheblich. Die neue Methode ist umweltfreundlicher, schneller und einfacher handhabbar als herkömmliche Verfahren.

Sensitives Testsystem

Zahlreiche Schadstoffe – zum Beispiel Arzneimittel, Biozide und andere Chemikalien – lassen sich sowohl im Boden als auch im Wasser nachweisen. Da sie häufig jedoch in relativ geringer Konzentration vorliegen, ist die biologische Wirkung dieser Verbindungen mit klassischen ökotoxikologischen Biotests, wie Mortalitäts- und Reproduktionstest, oft nur schwer oder gar nicht zu belegen. Biologen der Freien Universität Berlin wollen nun mit Hilfe von Genen des Fadenwurms (*Nematoda*) „*Caenorhabditis elegans*“ diese geringen Konzentrationen von Umweltschadstoffen und -giften aufspüren.

Als Nachweissystem dient ihnen ein „low density DNA Array – der *Caenorhabditis elegans* Toxchip“. Mit Hilfe des *Caenorhabditis elegans* Toxchips gelingt es, das schadstoffbedingte Anschalten von Genen als Biomarker zu nutzen. Bei den ausgewählten Genen handelt es sich überwiegend um solche, die im Entgiftungssystem des Organismus eine Rolle spielen. Die durch die Chemikalien ausgelöste Steigerung der Entgiftungsleistung wird dabei bereits auf Ebene der Transkription bestimmt, also beim Ablesen der Erbinformation (DNA) und Umschreibung dieser in RNA. Somit kann ein effizientes und im Vergleich zu den herkömmlichen Methoden sensitiveres und schnelleres Testsystem geschaffen werden.

Kleinanzeigen

Restbestände älterer gebundene Jahrgänge der CLB sind noch vom Verlag zu erwerben. Die Bände sind



überwiegend in gutem bis sehr gutem Zustand. Der Preis pro Band beträgt ein Drittel des früheren Jahresabonnements. Interessenten senden bitte ein Fax (06223-9707-41) oder eine e-Mail an service@clb.de.

Ungebundene ältere Jahrgänge der CLB bietet Rudi Hauger, Tel.: 0041-1-850-2882, Fax: 0041-1-850-2637 (Schweiz); Preis VHS.

TERMINE

13.06.2002

Die neue Energiesparverordnung (EnEV)
Seminar der TÜV Akademie GmbH in Hannover
Tel. 0511 2771961; www.Bildung4me.de

17. - 21.06.2002

Umwelttechnik
Lehrgang der Landesgewerbeanstalt in Nürnberg
Tel. 0911 6554961; www.lga.de

18.06.2002

Ökologische Entwicklung der Fließgewässer
Vortrag der Akademie für Natur und Umwelt in Neumünster
Tel. 04321 907144; www.umweltakademie-sh.de

18. -19.06.2002

Moderne Flammenschutzmittel für Kunststoffe
Fachveranstaltung vom Haus der Technik e.V. in Essen
Tel. 0201 18031; www.hdt-essen.de

25.06.2002

Aktuelle Analyseverfahren in der Galvanotechnik – Theorie und Praxis
Workshop im Fraunhofer IPA, Stuttgart
Tel. 02103 255640

28.06. - 05.07.2002

World Renewable Energy Congress VII (WREC)
Kongress und Fachmesse im Congress Centrum Ost der KölnMesse
www.wrec.de

02. - 03.07.2002

Die Analytik von Abfall (U37)
Kurs im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe
Tel. 07247 824045; <http://fortbildung.fzk.de>

09. -10.07.2002

Einbettung von Weichgewebe in Kunststoff
Fortbildungsveranstaltung der Leica Microsystems in Bensheim
Tel. 06251 1360; www.leica-microsystems.com

Was unterscheidet den Menschen vom Affen?

Identifikation genetischer Unterschiede

Menschen und Schimpansen sind genetisch sehr ähnlich – sie haben zu 98,7 Prozent die gleiche Erbsubstanz – und sind doch geistig wie körperlich so unterschiedlich.

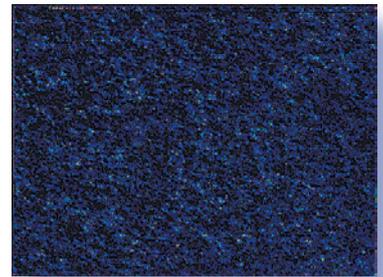
Ein internationales Forscherteam um Prof. Svante Pääbo, Direktor am Max-Planck Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig, hat jetzt die Benutzung (Expression) von Genen und die nachfolgende Synthese von Proteinen bei Menschen und bei Schimpansen miteinander verglichen oder, allgemeiner formuliert, die Evolution des menschlichen Transkriptom studiert. Dabei stellten sie fest, dass sich die Expressionen insbesondere im Gehirn dramatisch unterscheiden. Damit gelang es erstmals, genetisch relevante Veränderungen zu identifizieren, die in den letzten fünf Millionen Jahren zur Ausdifferenzierung der Spezies Mensch und Schimpanse geführt haben, und erste Einblicke

zu gewinnen, wie sich diese Expressionsmuster in der Evolution entwickelt haben (Science April 2002).

Die Regulierung der Transkription von Genen, das heisst welches Gen zu welchem Zeitpunkt in welcher Menge kopiert (transkribiert) wird, ist ein wichtiger Mechanismus in der Biologie. Dabei wird von einem Gen, das chemisch als DNA vorliegt, eine Kopie (Transkript) erzeugt, die chemisch als RNA vorliegt und wiederum als Vorlage für die Synthese eines entsprechenden Proteins dient. Die Gesamtheit aller zu einem bestimmten Zeitpunkt transkribierten Gene in einer Zelle oder einem Zelltyp nennt man – in Analogie zum „Genom“ – auch „Transkriptom“.

Wie sich das Transkriptom zwischen verschiedenen Tierarten oder zwischen Individuen einer Art unterscheidet, ist bisher nicht bekannt. Technische Innovationen im menschlichen Genomprojekt und die Verfügbarkeit einer großen Anzahl menschlicher Gensequenzen haben es ermöglicht, dieser Frage jetzt nachzugehen. Benutzt wurden dazu Gen-Arrays, auch Genchips genannt: Diese enthalten auf einer Trägeroberfläche aus Nylon oder Glas bis zu 18.000 menschliche Gene. Damit lässt sich untersuchen, wieviele Kopien (mRNA-Moleküle) der Gene in einem Gewebe oder Zelltyp vorliegen, d.h. wie oft das Gen benutzt wird. So unterscheidet sich beispielsweise eine menschliche Leberzelle von einer menschlichen Gehirnzelle dadurch, welche Gene sie benutzt und nicht, welche Gene sie enthält.

Da alle Gene auf dem Glas- oder Nylonträger bekannt sind, weiß man auch, an welcher Stelle sich welches Gen auf dem Trägermaterial befindet. Die Kopien der Gene (die mRNA-Moleküle) aus einem Gewebe (zum Beispiel der Leber)

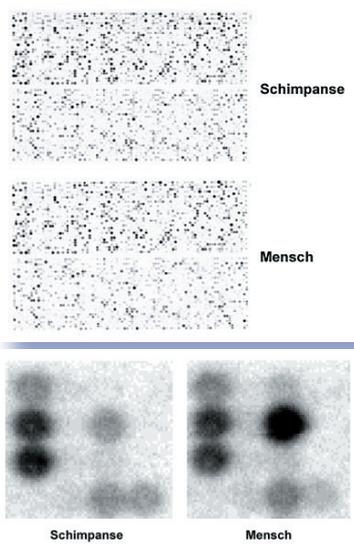


Ein Genchip: Auf einer ca. vier Quadratmeter großen Glasfläche befinden sich über 200 000 kurze DNS-Stücke von über 12 000 menschlichen Genen. Darauf haben mit einem Fluoreszenzfarbstoff markierte Genkopien (mRNA-Moleküle), die aus einem Stück menschlicher Leber isoliert wurden, an die passenden Stellen auf dem Chip gebunden. In der Falschfarbendarstellung sind stark fluoreszierende Bereiche auf dem Chip heller dargestellt. (alle Fotos: MPI für evolutionäre Anthropologie)

werden radioaktiv oder mit einem Fluoreszenzfarbstoff markiert und anschließend auf den Glas oder Nylonträger gegeben. Da die markierten Kopien und die Gene auf dem Träger zueinander komplementär sind, also wie Schlüssel und Schloss zueinander passen, bindet eine markierte Kopie nur dort, wo sich das entsprechende Gen befindet und ergibt an dieser Stelle ein radioaktives oder fluoreszierendes Signal. Aus der Menge der vorhandenen Kopien eines Gens ergibt sich dann die Stärke des Signals. Führt man diesen Prozess nacheinander mit einer menschlichen und dann mit einer Schimpansenleber durch, lassen sich jene Gene identifizieren, die sich zwischen diesen Arten in der Leber unterscheiden.

Ob, und wenn ja, welche der gefundenen Unterschiede nun auch wirklich eine funktionelle Relevanz haben, ist allerdings damit noch lange nicht geklärt, da man die Funktion der meisten Gene noch nicht genau kennt. *mpg*

Auf diesen Stücken Nylonpapier (das untere Bild ist ein Ausschnitt des oberen) befinden sich je 5760 Stücke DNS von über 4500 verschiedenen menschlichen Genen. An diese binden radioaktiv markierte Kopien von Genen, die aus einem Stück Gewebe von Menschen bzw. Schimpansen gewonnen wurden. Je nach Anzahl der Kopien eines Gens, die im Gewebe vorliegen, ergibt sich an der entsprechenden Stelle durch die radioaktive Strahlung eine mehr oder weniger intensive Schwärzung.



Neue Analytik für Acrylamid in Lebensmitteln Validierter Nachweis fehlt

Die Schwedische Behörde für Lebensmittelsicherheit (Swedish Nation Food Administration, NFA) hat auf ein bislang nicht bekanntes gesundheitliches Risiko aufmerksam gemacht: Mit einer neuen Analyse-Methode haben Schwedische Wissenschaftler Acrylamid in Lebensmitteln nachgewiesen.

Acrylamid ist als erbgutschädigend und krebserregend eingestuft. In Untersuchungen an der Universität Stockholm wurden in Lebensmitteln, bei deren Herstellung solche Prozesse wie Frittieren, Rösten oder Backen einbezogen waren, Mengen an Acrylamid von 30 Mikrogramm pro Kilogramm bis zu mehr als 2000 Mikrogramm pro Kilogramm gemessen. Wie die Substanz in die Lebensmittel kommt, ist zur Zeit noch ungeklärt. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass es im Herstellungs-

bzw. Zubereitungsprozess bei der Erhitzung stärkehaltiger Lebensmittel gebildet wird. Daten zur Acrylamid-Belastung von Lebensmitteln, die auf dem deutschen Markt angeboten werden, liegen bislang nicht vor.

Das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) fordert die Hersteller potentiell belasteter Lebensmittel auf, ihre Verfahren im Hinblick auf die Bildung von Acrylamiden zu überprüfen. In einem kürzlich geführten Expertengespräch ergab sich zu der Frage des Nachweises von Acrylamid in Lebensmitteln, dass eine nachvollziehbare Beschreibung der in Stockholm angewendeten Analyseverfahren noch aussteht. Während Verfahren für den Nachweis von Acrylamid in Wasser bereits seit einiger Zeit in Gebrauch sind, wird nach Ansicht der Experten

die Bereitstellung eines validierten Nachweisverfahrens in Lebensmitteln noch einen gewissen Zeitraum in Anspruch nehmen.

Acrylamid ist als Monomer ein „Baustein“ für Kunststoffe. Es kann deshalb in Lebensmittelverpackungen enthalten sein. Nach der Bedarfsgegenständeverordnung darf die Migration von Acrylamid in Lebensmittel (bei einer Nachweisgrenze der Analyseverfahren von 10 Mikrogramm pro Kilogramm) nicht nachweisbar sein.

Die von den Stockholmer Wissenschaftlern verwendete Analyseverfahren (Nachweisgrenze 30 Mikrogramm pro Kilogramm) beruht laut ihren Angaben auf einer Flüssigchromatographie gekoppelt mit einer zweistufigen Massenspektrometrie (LC-MS-MS). Hierdurch werden Strukturinformationen ermittelt. Die Quantifizierung gelingt durch einen internen Standard (Acrylamid mit drei Deuterium statt Wasserstoff-Atomen), der vor der Extraktion hinzugegeben wird.

Maren Bulmahn

Dynamische Differenzkolorimetrie

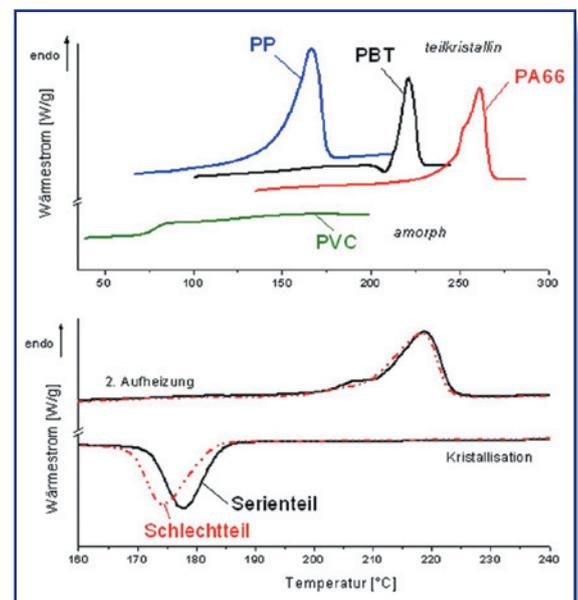
Qualitätsprüfung von Kunststoffformteilen

Als Prüfverfahren für die Qualitätssicherung von Bauteilen aus Kunststoff wird an der Fachhochschule Aalen unter der Leitung von Prof. Dr. Achim Frick die dynamische Differenzkolorimetrie (DSC) eingesetzt, das zum Beispiel Aussagen über die Art des Kunststoffes, seine Zusammensetzung und seine Reinheit erlaubt.

Dieses Verfahren beruht darauf, dass verschiedene Werkstoffe sich auch in ihren Wärmekapazitäten unterscheiden, d.h. in ihrem Vermögen, Energie aufzunehmen oder abzugeben. Die DSC nutzt dieses unterschiedliche Verhalten: es werden die Temperaturdifferenz zwischen der zu untersuchenden Kunststoffprobe und einer bekannten Referenzprobe in Abhängigkeit von der aufheizenden

Ofentemperatur gemessen. Daraus ergeben sich Aufschlüsse über die spezifischen Eigenschaften der Kunststoffprobe. Je nachdem, wie sich die Probe beim Aufheizen oder Abkühlen verhält, kann die physikalische Zusammensetzung der Probe, ihre Molmasse und ihre thermische Vorgeschichte, aber auch Fertigungseinflüsse bei der Herstellung des Kunststoffes ermittelt werden. „Dadurch ist es möglich, die Qualität eines Bauteils in Bezug auf sein Eigenschaftsprofil zu charakterisieren“, erklärt Claudia Stern das von ihr betreute Verfahren. Bedenkt man zudem, dass viele Kunststoffteile entscheidende Funktionen in komplexen Apparaturen wie Inhalationsgeräten erfüllen, wird deutlich, wie wichtig eine hohe Wertigkeit von Kunststoffen geworden ist.

Thermoanalyse schafft Transparenz: Eigenschaftsprofile (oberes Diagramm) sowie Qualitätsstufen (unten, mit dem Beispiel eines fehlerhaften Bauteils) von Kunststoffformteilen (Abb.: FH Aalen).



Prozessfilter für die chemische Industrie

Bei der Analyse von Prozessgasen hat der Betreiber oft das Problem, dass die dem Analysator zuzuführende Gasprobe mit hohen Kondensatmengen versehen ist, so dass entsprechend vorfiltriert werden muss. Schwierig wird es jedoch, wenn das angefallene Kondensat an anderer Stelle entsorgt bzw. dem Prozess wieder zugeführt werden soll.

cmc Instruments GmbH bietet neuartige Kolonnenfilter aus Edelstahl oder für korrosive Gase auch in PVDF an, die direkt an der Entnahmestelle bis zu 95 % des störenden Kondensats schwerkraftbedingt dem Prozess zurückführen und somit nachgeschalteten Feinfiltern die „Arbeit“ erleichtern. Dadurch wird die Standzeit sämtlicher nachgeschalteter Komponenten und Armaturen erhöht und gleichzeitig das Kondensat-Entsorgungsproblem gelöst.

In Strömungsrichtung betrachtet durchströmt das Gas – als erste temperaturabsenkende Beruhigungsstufe – einen Separator und anschließend – als zweite Stufe – die eigentliche Kühlstrecke, die optional mit Brunnenwasser oder Druckluft mit Hilfe einer

Vortexdüse betrieben werden kann. Bei Anschluss einer mit Druckluft betriebenen Vortexdüse können Temperaturabsenkungen der Druckluft bis auf -30°C erreicht werden, so dass mit Hilfe dieser Komponente der Taupunkt des Gases definiert unterschritten wird, Kondensat ausfällt und in den Prozess abfließen kann.

Am Ende der zweiten Stufe werden jedoch oftmals Kleinsttröpfchen ($2\ \mu - 100\ \mu$) mit dem Probegas ungewollt mitgerissen und könnten die Probegasleitung verunreinigen oder Steuerventile mit kleinen Querschnittsflächen verkleben und zu frühzeitigem Verschleiß führen. Aus diesem Grund wird das Gas am Ende der Kolonne durch einen Demister (3. Stufe) geleitet, auf dessen großer Glaskugeloberfläche auch die restlichen Tröpfchen kollidieren und zurückgehalten werden.

Die Kolonnen sind für maximale Betriebstemperaturen von 200°C und Betriebsdrücke bis zu 20 bar ausgelegt (höhere Drücke auf Anfrage). Standardmäßig ist der Prozessgasanschluss mit einer Flanschverbindung DN 40 oder DN 50 realisiert. Es wird empfohlen, aus strömungstechnischen Gründen eine Gasdurchflussmenge von 300 l/h (5 l/min) nicht zu überschreiten.



cmc Instruments
GmbH
Hauptstraße 388,
D-65760 Eschborn
Tel.: 06173 320078
Fax: 06173 65050
www.cmc-
instruments.de
cmcgingmbh@aol.com



Mobil und universell

Die neue Gehäuserihe „ERGO-CASE“ von OKW Gehäusesysteme besticht durch ihr modernes Design und kann sowohl zum Tragen am Körper oder universell als Hand-, Tisch- und Wandgehäuse verwendet werden. Besonders für optisch anspruchsvolle Anwendungsbereiche in der mobilen Daten-Erfassung und Übertragung ist diese innovative Gehäuserie hervorragend geeignet.

Die gerundete Bedienfläche am Oberteil bildet das Areal für die Eingabe, das Ablesen und die Steuerung der Endgeräte. In dieser um 1,0 mm vertieft liegenden Dialogfläche sind Folientastaturen oder Gummistaturen sicher und sauber aufgehoben. Das ERGO-CASE M enthält bereits standardmäßig im Oberteil entsprechende Schraubdome zur Befestigung von Platinen oder anderen Komponenten.

OKW Gehäusesysteme
Friedrich-List-Str. 3, D-74722 Buchen
Tel. 06281 404-00 Fax 06281 404-144
infoOG@okw.com, www.okw.com

Untersuchung von Oberflächenreaktionen

Schwingquarzmessungen sind seit vielen Jahren ein wertvolles Mittel zur exakten Bestimmung von Massenänderungen auf einer Sensoroberfläche. Die „Quartz Crystal Microbalance Dissipation“ (QCM-D) eröffnet neue Möglichkeiten in der Charakterisierung dünner Filme, sowie der in ihnen ablaufenden Vorgänge.

Die QCM-D Technik bedient sich dazu eines dünnen Quarzkristalls, bei dem sich auf der Ober- und Unterseite eine Elektrode befindet. Durch Anlegen einer Wechsellspannung wird dieser Kristall zu Oszillationen angeregt.

Der Sensor kann mit einer Vielzahl unterschiedlicher Oberflächen präpariert werden. Standardmäßig werden Goldkristalle eingesetzt. Über Spincoating lassen sich beispielsweise Polymere aufbringen, metallische Oberflächen können aufgesputtert werden und Biofilme, z.B. Biomoleküle, Bakterien und Zellen, können direkt adsorbiert werden.

Durch jeden dieser Beschichtungsprozesse ändert sich natürlich auch die Resonanzfrequenz. Für starre Filme ist die Resonanzänderung ein direktes Maß der

Massenänderung. Für elastische viskose Filme gilt diese einfache Gleichung nicht mehr, da der Film der Oszillationsbewegung des Kristalls nicht mehr folgt. Die Schwingung wird gedämpft (Dissipation). Daher wird bei der QCM-D Technik sowohl die Frequenzänderung als auch die Dissipationsänderung bestimmt. Die gleichzeitige Bestimmung dieser Parameter erlaubt die Bestimmung von Schichtdicken und deren viskoelastischen Eigenschaften. Die Messungen erfolgen in Echtzeit – so können Sie Reaktionen direkt beobachten. Die Empfindlichkeit von ca. 5 ng/cm² garantiert, dass sich auch kleinste Veränderungen detektieren lassen.

Anwendungen finden sich vor allem in den Bereichen Eigenschaften von Biomaterialien und funktionelle Oberflächen, z.B. für Proteine, Lipide, Polyelektrolyte, Polymere, Polymerfilme sowie Zellen und Bakterien.

Seit neuestem steht im Demolabor bei L.O.T.-Oriol ein Gerät für Testmessungen zur Verfügung.

LOT-Oriol GmbH & Co. KG
Im Tiefen See 58, D-64293 Darmstadt
Dr. Jürgen Schlütter
Tel.: 06151/8806-44
eMail: infor@lot-oriol.de



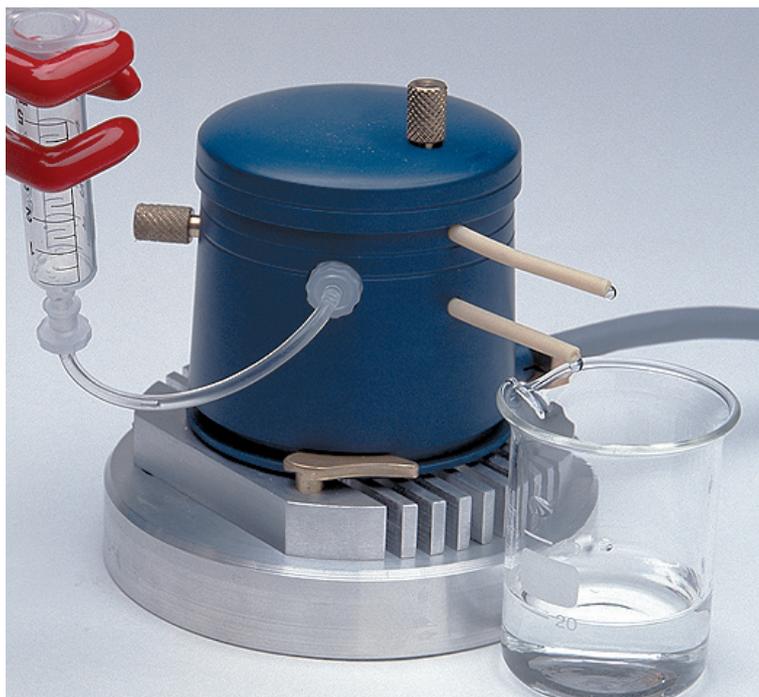
96 Gründe für gute Ergebnisse

Absolut keine Kreuzkontamination und eine breite Produktpalette an Filtermedien zeichnen die 96-Well-Filterplatten – 1 ml pro Well – von Schleicher & Schuell aus. Die Filtration von 96 Proben gleichzeitig macht dieses Filtermedium in Preis und Geschwindigkeit fast unschlagbar.

Ob für die Zellernte, für Rezeptorbindungsstudien oder Nukleinsäureuntersuchungen für jede Aufgabenstellung bietet Schleicher & Schuell die richtige Filterplatte im 96-Well-Format. Lieferbar sind sie mit integrierten Membranfiltern, Glasfaserfiltern oder in jeder gewünschten Kombination.

Alle 96-Well-Filterplatten bestehen aus hochwertigem transparenten Polystyrol. Ein optimiertes Herstellungsverfahren garantiert die vollständige Trennung der einzelnen Wells voneinander. Kreuzkontaminationen sind deshalb völlig ausgeschlossen. Das Probenvolumen pro Well beträgt jeweils 1 ml.

Schleicher & Schuell GmbH
Postfach 4, D-37582 Dassel
Tel. 05561 791-0 Fax 05564 2309
filtration@s-und-s.de, www.s-und-s.de



CLB-Mediadaten: www.clb.de

Ganz groß in Farbe: TIMENSION Terminal

Bereits auf den ersten Blick überzeugt das TIMENSION Terminal 7733 mit seinem großen, hochauflösenden Farbdisplay. Mit Piktogrammen aus Zeiterfassung, Zutrittsmanagement und Betriebsdatenerfassung sind die Funktionen bereits optisch einfach zuzuordnen und zu verstehen. Informationen für den Mitarbeiter werden ansprechend visualisiert und bei der Darstellung komplexer Inhalte besser auseinander gehalten.



Ob für die Erfassung aller Zeiten aus Arbeitszeitmodellen, von Maschinen oder Aufträgen oder dem Vorführen der anwendereigenen Produkt- und Unternehmenspräsentationen, das Terminal bietet einfache Bedienung, ergonomische Navigation und die exakte Erfassung aller Vorgänge. Die Identifizierung am Terminal erfolgt berührungslos über das von TIMESYS entwickelte Verfahren ACSIT (access control solution for identification and timing). Die Technologie bietet hohe Sicherheit und öffnet berechtigten Personen, die als Identifikations-Modul einen Transponder (z.B. in

Form eines Schlüsselanhängers) bei sich tragen, Tür und Tor nahezu im Vorübergehen.

Als lückenloses Informationssystem liefert das Terminal aktuelle Ist-Daten, die den schnellen Vergleich mit geplanten Zahlen erlauben und Abläufe transparent gestalten. Schnell und exakt wird jede Frage nach der Auslastung und der Verfügbarkeit, nach Zeiten, Urlaub und Planungen beantwortet. Die Terminals liefern alle Daten, die als Entscheidungsgrundlage, zur automatischen Verrechnung, zur Weitergabe an Lohn- und Gehaltsprogramme oder PPS-Systeme (Produktionsplanung und -steuerung) benötigt werden.

Zusätzlich bietet es alle Funktionen eines Multifunktions-Terminals für Information und Präsentation. Es informiert über aktuelle Themen, bietet Informationen zu Urlaub und Saldo, kann – wenn gerade keine Buchungen am Terminal erfolgen –, Produktpräsentationen oder Informationen über das Anwender-Unternehmen zeigen. Ist das TIMENSION Terminal im Eingangsbereich installiert, begrüßt und informiert es Besucher eines Unternehmens oder dient als Leitsystem (Wegweiser) in bestimmte Bereiche oder Abteilungen.

TIMESYS Aktiengesellschaft
Vogelsanger Weg 39, D-40470 Düsseldorf
Tel. 0211 618950 Fax 0211 61895174
timesys@timesys.de, www.timesys.de

Hygienegerechte Befehlsgeräte und Leuchtmelder

Elan stellt ein neues Programm von Befehlsgeräten und Leuchtmeldern vor, bei dem die besonderen Anforderungen an eine hygienegerechte Konstruktion von Nahrungsmittelmaschinen, unter anderem die speziellen Anforderungen der Normen EN 1672-1 und EN 1672-2 mit grundlegenden Sicherheits- und Hygieneanforderungen für Maschinen



dieser Art entsprechend übertragen wurden. In diesem Sinne realisierte Elan als ein besonderes Merkmal spezielle Abdichtungsmaßnahmen, die ein Eindringen von Schmutz und Bakterien in Spalte zwischen feststehenden und beweglichen Geräteteilen weitestgehend verhindern. Des weiteren zeichnet sich die Konstruktion durch Gerätegeometrien aus, die leicht zu reinigen sind, in dem Ecken und Kanten vermieden bzw. glatte Flächen geschaffen wurden, die zudem auch Ablagerungsflächen für Schmutz und Bakterien vermeiden. Hinzu kommt eine besondere Materialauswahl und farbliche Gestaltung der Geräte. Das Programm, das für Einbaudurchmesser von 22,3 mm bestimmt ist, besteht dabei aus Drucktastern, Leuchttastern mit LEDs, Wahlschaltern mit 2 und 3 Stellungen und kurzen und langen Knebeln, Pilztastern, hohen und flachen Meldeleuchten mit LEDs, Not-Aus-Befehlsgeräten, Blindstopfen, abschließbaren Wahlschalterrahmen und Adaptern D-30/D-22 mm. Die Schutzart der Geräte beträgt IP 67. Als Kontakt- und Leuchtelemente-System dient das langjährig bewährte EF/EL-System mit seinen Anschlußtechniken Schraubklemmen, Flachstecker, Käfigzugfederklemmen oder in Leiterplattenanschlußtechnik.

Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG
Postfach 1109, D-35429 Wettenberg
Tel. 0641 9848-0 Fax 0641 9848-420
info@elan.schmersal.de
www.schmersal.de

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

Analytische Laboratorien
Prof. Dr. H. Malissa u. G. Reuter GmbH
Postfach 1106, D-51779 LINDLAR
Tel. 02266 4745-0, Fax 02266 4745-19

ARÄOMETER

Amarell GmbH & Co KG
D-97889 Kreuzwertheim
Postfach 1280
Tel. 09342 9283-0
Fax 99342 39860



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060



BIMSSTEINGRANULATE UND -MEHLE

Joseph Raab GmbH & Cie. KG
Postfach 2261
D-56512 Neuwied
Tel. 02631 913-178
Fax 02631 913-170



BSB-BESTIMMUNG

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0 Fax 0881 62539

CHEMIKALIEN

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060



DEUTERIUMLAMPEN

LOT
Tel. 06151/8806-0
Fax 06151/896667
www.LOT-Oriel.com



DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

GUMMI WÖHLEKE GmbH
Siemensstr. 25, D-31135 Hildesheim
Teletex 5 121 845 GUMWOE
Tel. 05121 7825-0

DOSIERPUMPEN

LEWA Herbert Ott GmbH + Co.
Postfach 1563, D-71226 Leonberg
Tel. 07152 14-0
Fax 07152 14-1303
E-mail: lewa@lewa.de
http://www.lewa.de

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

LOT
Tel. 06151/8806-0
Fax 06151/896667
www.LOT-Oriel.com



GEFRIERTROCKNER

Zirbus technology
D-37539 Bad Grund
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 8380-80
Internet: http://www.zirbus.de

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



Martin Christ GmbH
Postfach 1713
D-37507 Osterode/Harz
Tel. 05522 5007-0
Fax 05522 5007-12



Steris GmbH
Kalscheurener Str. 92
D-50354 Hürth/Germany
Tel. 02233 6999-0
Fax 02233 6999-10

HOHLKATHODENLAMPEN

LOT
Tel. 06151/8806-0
Fax 06151/896667
www.LOT-Oriel.com



KALIBRATIONSSTANDARD

Starna GmbH
Postfach 1206, D-64311 Pfungstadt
Tel. 06157 2813, Fax 06157 85564
www.starna.de, starna@t-online.de

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



Gartenstr 100
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Kendro Laboratory Products GmbH
Herausstr. 12-14, D-63450 Hanau
Tel. 01805 536376 Fax 01805 112114
www.kendro.de, info@kendro.de

KÜVETTEN

HELLMA GMBH & CO. KG
Postfach 1163
D-79371 Müllheim
Tel. 07631 182-0
Fax 07631 135-46
www.hellma-worldwide.com
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

Starna GmbH
Postfach 1206, D-64311 Pfungstadt
Tel. 06157 2813, Fax 06157 85564
www.starna.de, starna@t-online.de

LABORCHEMIKALIEN

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060

LABOREINRICHTUNGEN

Köttermann GmbH & Co KG
Industriestr. 2-10
D-31311 Uetze/Hänigsen
Tel. 05147 976-0 Fax 05146 976-844
http://www.koettermann.com

Waldner Laboreinrichtungen
GmbH & Co. KG
Haidösch 1, D-88239 Wangen
Tel. 07522 986-480, Fax 07522 986-418
www.waldner.de, labor@waldner.de

Wesemann GmbH & Co.
Postfach 1461, D-28848 Syke
Tel. 04242 549-0, Fax 04242 549-39
http://www.wesemann.com

LABORHILFSMITTEL

Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

GUMMI WÖHLEKE GmbH
Siemensstr. 25, D-31135 Hildesheim
TeleTex 5121845 GUMWOE
Tel. 05121 7825-0

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



Gartenstr 100
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com



Kendro Laboratory Products GmbH
Herausstr. 12-14, D-63450 Hanau
Tel. 01805 536376 Fax 01805 112114
info@kendro.de, www.kendro.de



Sigma Laborzentrifugen GmbH
Postfach 1713
D-37507 Osterode/Harz
Tel. 05522 5007-0
Fax 05522 5007-12

Große Anzeigen zu teuer? Hier kostet ein Eintrag nur 4,50 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

MIKROSKOPE



**Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope**

Helmut Hund GmbH
Postfach 1669 · 35526 Wetzlar
Telefon: (0 64 41) 20 04-0
Telefax: (0 64 41) 20 04-44

OLYMPUS OPTICAL CO.
(EUROPA) GMBH
Produktgruppe Mikroskope
Wendenstr. 14-18
D-20097 Hamburg
Tel. 040 237730
Fax 040 230817
email: microscopy@olympus-europa.com

OPTISCHE TAUCHSONDEN

HELLMA GMBH & CO. KG
Postfach 1163
D-79371 Müllheim
Tel. 07631 182-0
Fax 07631 135-46
www.hellma-worldwide.com
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

OSMOMETER

GONOTEC GMBH
Eisenacher Str. 56, D-10823 Berlin
Tel. 030 7846027, Fax 030 7881201
www.gonotec.com / contact@gonotec.com

PARTIKELANALYSE



0 61 51/88 06 - 0
Fax 0 61 51/89 66 67
www.LOT-Oriel.com

pH/REDOX-ISE-MESSUNG

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

pH-MESSGERÄTE

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539



HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

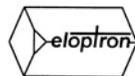
WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

POLARIMETER



SCHMIDT + HAENSCH GmbH & Co
Waldstr. 80/81; D-13403 Berlin
Tel: 030 417072-0; Fax 030 417072-99

REFRAKTOMETER



SCHMIDT + HAENSCH GmbH & Co
Waldstr. 80/81; D-13403 Berlin
Tel: 030 417072-0; Fax 030 417072-99

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



Carl Roth GmbH + Co.
Postfach 21 11 62
D-76161 Karlsruhe
Tel. 0721 56060

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

STERILISATOREN

Zirbus technology
D-37539 Bad Grund
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 838080
Internet: <http://www.zirbus.de>

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

Amarell GmbH & Co KG
D-97889 Kreuzwertheim
Postfach 1280
Tel. 09342 9283-0
Fax 99342 39860



HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

THERMOMETER

Amarell GmbH & Co KG
D-97889 Kreuzwertheim
Postfach 1280
Tel. 09342 9283-0
Fax 99342 39860



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

Cryophysics GmbH
Dolivostr. 9, D-64293 Darmstadt
Tel. 06151 8157-0, Fax 06151 8157-99
info@cryophysics.de

VAKUUMKONZENTRATOREN



Gartenstr 100
D-78532 Tuttlingen
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125
www.hettichlab.com
info@hettichlab.com

Zirbus technology
D-37539 Bad Grund
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 838080
Internet: <http://www.zirbus.de>

WASSERDESTILLIERAPPARATE



Ges. f. Labortechnik mbH
Postfach 1152
D-30927 Burgwedel
Tel. 05139 9958-0
Fax 05139 9958-21
info@GFL.de
www.GFL.de

Große Anzeigen zu teuer? Hier kostet ein Eintrag nur 4,50 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

Automatisierung auch der Chemischen Analyse

Auch in die analytische Chemie findet die allgemein in der Technik angestrebte Automatisierung mehr und mehr Eingang. Auf die schon in großem Umfang verwendeten registrierenden Analysengeräte, die laufend die Dichte, den Brechungsindex, die Lichtabsorption, den Säure- und Alkaligehalt, den Gehalt an Cl^- , SO_4^{2-} , die Wasserhärte, die Zusammensetzung von Gasen und vieles andere ermitteln und aufzeichnen, sei hier nicht eingegangen, da sie vorwiegend im Betrieb, aber kaum im Laboratorium eingesetzt werden.

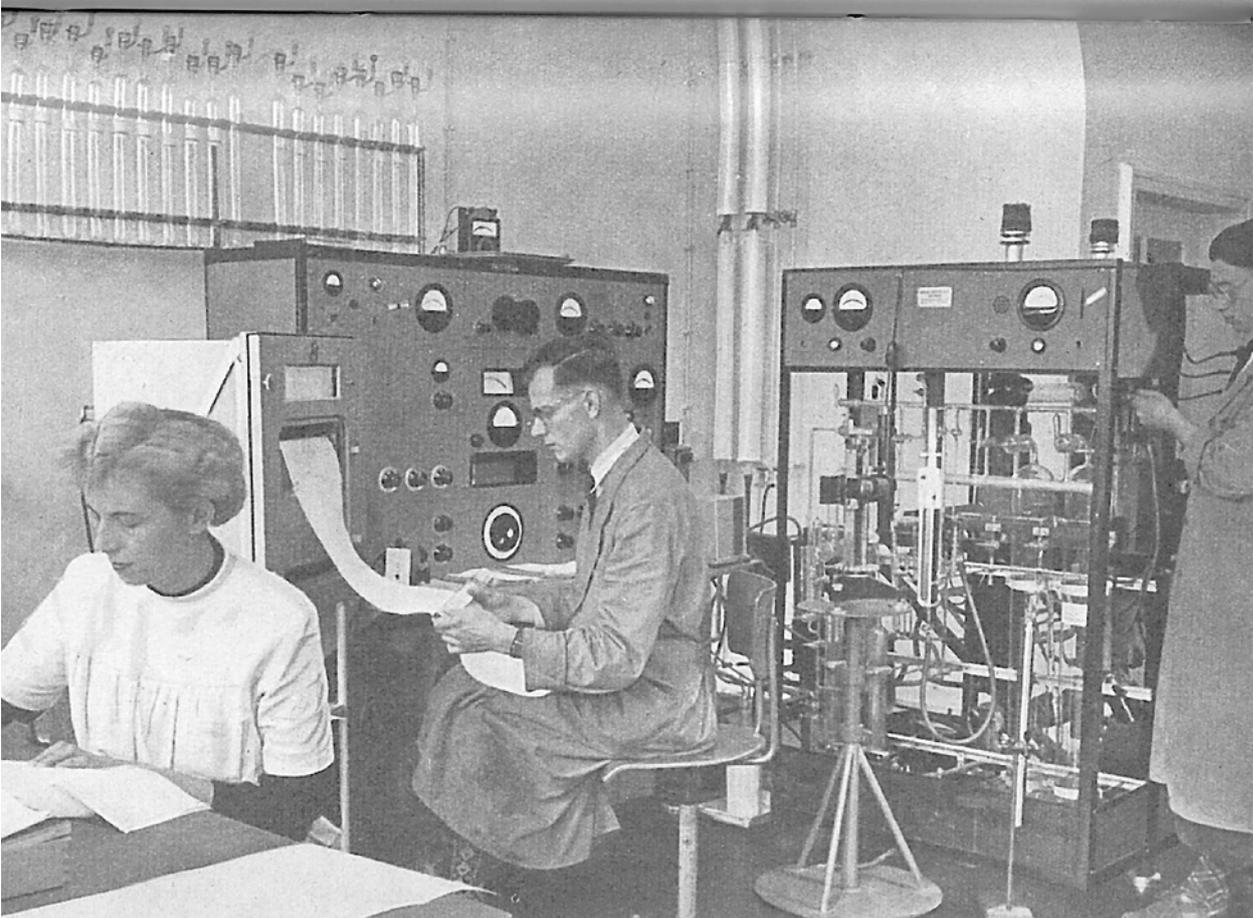
Es werden aber auch für den Gebrauch im Laboratorium schon serienmäßig, allerdings noch recht teure, weitgehend automatische Geräte zur Ausführung potentiometrischer Titrationen hergestellt. Man gibt die zu titrierende Lösung in den Titrationsbecher und füllt die automatische Bürette mit der Normlösung. Dann öffnet man den Bürettenhahn, und das auf die vorgesehene Analysenart eingestellte Gerät stellt den Auslauf der Normlösung automatisch im Äquivalenzpunkt ab, ein Verfahren, das bei Serienanalysen eine ganz erhebliche Zeitersparnis, aber auch mit der Ausschaltung subjektiver Fehler eine größere Zuverlässigkeit und Genauigkeit bringt.

In der amerikanischen Literatur ist ein Massenspektrometer (Abb. 4) mit abgeschlossenem Auswertungsgerät und einer elektronischen Rechenmaschine beschrieben, das unter bestimmten Bedingungen an einem 8-Stunden-Arbeitstag bei 2 Mann Bedienung bis zu 30 Gasproben (vor allem Kohlenwasserstoffe) automatisch analysiert, die Analyse auswertet und das Resultat berechnet und so in jeder Probe etwa 20 Einzelbestandteile ermittelt.

Ich halte auf Grund eigener Erfahrungen die Ansicht, die automatischen Analysengeräte und die Schnellmethoden machten einen Teil der Laborbelegschaft arbeitslos, für durchaus abwegig. Einmal benötigen auch diese Geräte zur Einführung und Bedienung der menschlichen Wartung Weiterhin wird mit zunehmender Schnelligkeit und Sicherheit der Analysenauführung und der Möglichkeit, zahlreiche Komponenten zu bestimmen, die eingehende Probenzahl erhöht werden. Die durch Einführung von automatisch arbeitenden Analysengeräten bei gleicher Belegschaftsstärke erreichte Mehrleistung des Analytischen Laboratoriums ist am besten durch die folgenden Beispiele zu verdeutlichen.

Zu nehmender Abb. 4: Arbeit am Massenspektrometer. Das Massenspektrometer analysiert weitgehend automatisch Proben von 10 bis 15 Bestandteilen. Die eigentliche Analyse dauert etwa 20 Minuten, die Berechnung des Ergebnisses mit hochwertigen Rechenmaschinen dagegen oft mehrere Stunden. (Aus „Leibniz“ 4, 13 (1955); vgl. diese Ztschr. 6, 319 (1955).)

riums kommt dem Produktionsbetrieb und dem Verarbeiter der chemischen Erzeugnisse zugute; sie gestattet nämlich einen weitergehenden Einblick in den Produktionsablauf und damit die Vermeidung von Betriebsstörungen oder anderen Ausfällen.



CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-43

Für nur 70,50 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie regelmäßig die CLB mit dem MEMORY-Teil. Damit sind Sie ständig informiert über aktuelle Entwicklungen in der Chemie, können diese mit der präsenten Kenntnis der Grundlagen klassifizieren, bewerten und nutzen!

Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 70,50 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 11,70 Euro, Ausland: 21,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

Widerrufsrecht: Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von 20 Tagen beim Agentur und Verlag Rubikon Rolf Kickuth, Bammentaler Straße 6-8, 69251 Gaiberg, schriftlich widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Gesehen, gelesen, unterschrieben. Ich bestätige die Kenntnisnahme des Widerrufsrechts durch meine 2. Unterschrift.

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail



CLB
vermittelt
Wissen
konzentriert
Monat für Monat
aus Analytik, Biochemie
und anderen Bereichen moderner Chemie
als abonentenstärkste Chemiezeitschrift Deutschlands*.

www.clb.de

*von iwv-registrierten Zeitschriften
laut iwv-Auflagenliste 1/2002 in der Kategorie
Fachzeitschriften: Wissenschaftliche Zeitschriften (09),
außer Mitgliedszeitschriften wissenschaftlicher Gesellschaften