

# CLB

*Chemie in Labor und Biotechnik*

Analytik

Biotechnik

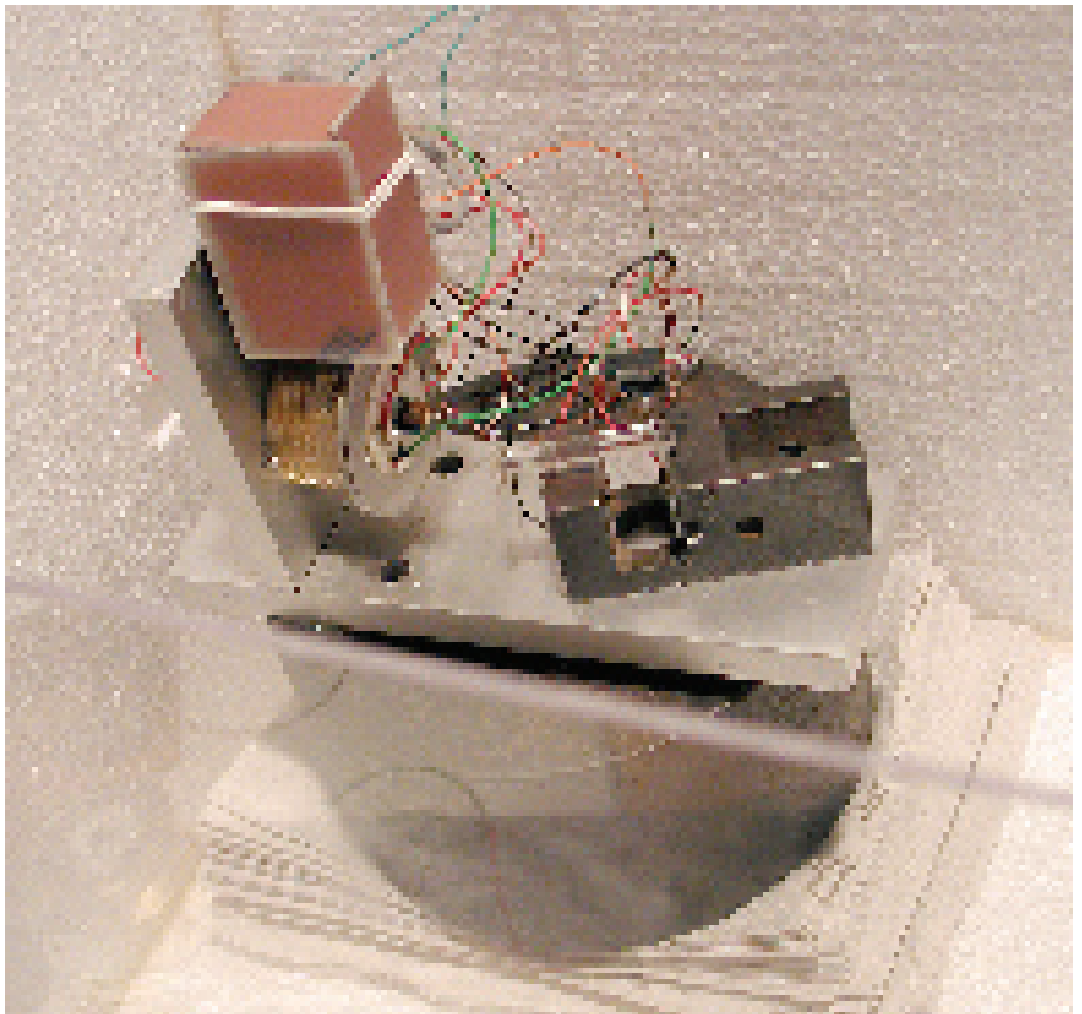
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Reziproke Salzpaare
- Liebigs Fleischextrakt
- Materialien mit Formgedächtnis
- Chemie in Finnland
- Finale „Jugend forscht“

## Abschluß der I.G.-Entflechtung

Nach dem ersten Weltkrieg mußte die deutsche chemische Industrie, besonders die Hersteller der modernen synthetischen Produkte wie Farbstoffe und Arzneimittel, radikal rationalisieren, um gegenüber dem verschärften Wettbewerb auf dem Weltmarkt bestehen zu können. Acht große, bereits weltbekannte Unternehmen schlossen sich daher 1925 in der I.G. Farbenindustrie AG. zusammen, die das bisher größte deutsche Wirtschaftsunternehmen wurde. Dieser Zusammenschluß hat die gesamte deutsche Chemie wissenschaftlich, technisch, wirtschaftlich und sozial entscheidend gefördert und geformt. Es kann sogar ohne Übertreibung gesagt werden, daß die von der I.G. errungenen Erkenntnisse und Fortschritte die ganze Weltwirtschaft befruchtet und bereichert haben.

Das Aktienkapital der I.G. betrug zuletzt 1400 Mill. RM., dem als Aktiva unter anderem 40000 Patente und 26500 eingetragene Warenzeichen gegenüberstanden. In den knapp 20 Jahren seines Bestehens hat der Konzern ausgegeben

3,26 Milliarden RM für Steuern
1,78 Milliarden RM für Forschungen
1,47 Milliarden RM für freiwillige Sozialausgaben
1,26 Milliarden RM für Dividenden.

Am besten verdient also bei der I.G. der Staat, an zweiter Stelle die Belegschaft und erst an dritter Stelle die Aktionäre.

Nach Kriegesschluß ordneten die Alliierten 1945 die Auflösung des Konzerns an. In langwierigen Verhandlungen gelang es den deutschen Stellen, die Atomisierung der I.G. zu verhindern und 5 größere Werkskomplexe zu bilden, in denen organisch gewachsene Werksgruppen in neuer Form zusammengestellt wurden. Sie dürften für den schweren Wettbewerb auf dem Weltmarkt lebensfähig sein, obgleich die Zerschlagung der einheitlichen Organisation von Forschung, Produktion und Verkauf eine schwere Beeinträchtigung darstellt.

Nach den Verlusten im Osten und im Ausland befanden sich 1945 nur noch 36% des ehemaligen Vermögens der I.G. in der Bundesrepublik. Die Hauptmasse davon wurde an folgende Nachfolgegesellschaften aufgeteilt (nach der Höhe des neuen Aktienkapitals geordnet):

Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen (387,7 Mill. DM)
Badische Anilin- und Sodafabrik AG., Ludwigshafen (340,1 Mill. DM)

Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt a. M.-Hoechst (285,7 Mill. DM)  
Chemische Werke Hüls GmbH., Marl (88,4 Mill. DM)

Cassella Farbwerke Mainkur AG., Frankfurt a. M. (34,1 Mill. DM)

Keine dieser Gesellschaften entspricht in ihrer Bedeutung einem der Riesenkonzerne der Weltchemie. Unter diesen steht heute an der Spitze der Du Pont-Konzern (USA.) mit einem Umsatz 1952 von (umgerechnet) 6,729 Milliarden DM, gefolgt von Union Carbide & Carbon Co. (USA.) mit 4,019 Milliarden DM, und der britischen I.C.I. mit 3,3 Milliarden DM. An neunter Stelle in dieser Liste erst steht Bayer mit „nur“ 866,9 Millionen DM, an zehnter Stelle Hoechst mit 736,1 Millionen DM und an elfter Stelle die BASF mit 661,8 Millionen DM Jahresumsatz.

Von der chemischen Erzeugung der Bundesrepublik stellen die drei großen I.G.-Nachfolger zusammen gegenwärtig über ein Viertel, vom Chemieexport sogar über ein Drittel.

Dem Kapital nach sind die Farbenfabriken Bayer die bedeutendste Nachfolgegesellschaft, sie sind außerdem das größte industrielle Unternehmen der Bundesrepublik. Ihre Fabrikationsstätten stehen in Leverkusen, Elberfeld, Uerdingen, Dormagen, zu ihnen gehören mehrere Tochtergesellschaften, von denen die namhafteste die Agfa AG. für Photofabrikation ist. In den drei Hauptwerken von Bayer arbeiten über 33000 Menschen, darunter etwa 1100 Akademiker. Das Fabrikationsprogramm umfaßt 12000 bis 13000 Produkte, darunter 6800 Farbstoffe und Textilhilfsmittel, 3700 Chemikalien, 1180 Arznei-, 55 Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, 390 photochemische Erzeugnisse, 200 Varianten von Chemiefaserprodukten.

Die Badische Anilin- und Sodafabrik AG. (BASF), als kapitalmäßig zweitgrößter I.G.-Nachfolger, ist als geschlossene Einheit die größte chemische Fabrik Europas. Ihre gesamte chemische Fabrikation ist in Ludwigshafen konzentriert, hier arbeiten fast 27000 Menschen, darunter rund 800 Akademiker. Das vom Krieg schwer getroffene Werk hat den Wiederaufbau fast vollendet. Es werden überwiegend Vorprodukte für andere Wirtschaftszweige hergestellt. 1952 entfielen vom Umsatz 47,7% auf anorganische und organische Chemikalien einschließlich Kunststoffe, 21,1% auf Farb-, Gerbstoffe und Hilfsmittel, ebensoviel auf Stickstoffdüngemittel und 10,1% auf sonstige Produkte sowie Einnahmen aus Lizenzen und Projektierungen. Von der intensiven und erfolgreichen Forschungstätigkeit der BASF nach dem Kriege zeugen die seit 1948 angemeldeten 2247 neuen Patente.

Die Farbwerke Hoechst AG. vorm. Meister Lucius u. Brüning besitzt Produktionsstätten in Hoechst, Griesheim, Gersthofen, Offenbach, ferner die Tochtergesellschaften Bohringwerke AG., Marburg a. d. Lahn, die Bobingen AG. für Textilfaser, die Kalle & Co. AG., Wiesbaden-Biebrich und die Knapsack-Griesheim AG. Sie beschäftigt rund 27000 Personen, darunter über 1000 Akademiker. Das Produktionsprogramm umfaßt vornehmlich Farbstoffe, ferner Textilhilfsmittel, Arzneimittel, anorganische und organische Chemikalien, Düng- und Pflanzenschutzmittel, Folien, Fasern, Kunst- und Lackrohstoffe, Ferrolegierungen und technische Gase.

Die Chemischen Werke Hüls, an denen die ehemalige I.G. mit 50% beteiligt war, wird in eine Aktiengesellschaft umgewandelt werden. Hüls wurde erst 1938 gegründet, ist also die jüngste der Nachfolgegesellschaften. Die Werke beschäftigen heute fast 10000 Personen, das Produktionsprogramm umfaßt vornehmlich organisch-synthetische Erzeugnisse. 1952 entfielen vom Umsatz 20,7% auf Lösungsmittel und Kunstharze, 18,9% auf Kunststoffe und Weichmacher, 9,3% auf Lackrohstoffe, 7,6% auf Äthylenderivate, 2,7% auf Chlorkohlenwasserstoffe, 16,2% auf sonstige organische, 5,9% auf anorganische Produkte, 7,8% auf technische Gase, 7,7% auf Buna.

Die Cassella Farbwerke Mainkur AG. beschäftigt rund 1900 Personen, auf dem Produktionsprogramm stehen Farbstoffe, Hilfsprodukte, die vollsynthetische Faser auf Basis Polyacrylnitril „PAN“, Kunstharze und Arzneimittel. Der Umsatz erreichte 1952 etwa 40 Millionen DM, davon entfielen 70% auf Farbstoffe.

Aus der Vermögenssubstanz der I.G. wurden außerdem noch einige kleinere Werke als selbständige Unternehmen herausgelöst.

Die Entflechtung der I.G. Farbenindustrie hat die Verbundwirtschaft der deutschen chemischen Industrie schwer beeinträchtigt. Noch schwerer aber wurde die deutsche Chemie durch die Auflösung der Forschungsorganisation des Konzerns getroffen, in der viele tausend Akademiker arbeiteten und nicht nur Zweck-, sondern auch Grundlagenforschung trieben. Zwar geben auch die drei größten I.G.-Nachfolger durchschnittlich 5% ihres Umsatzes für Forschungszwecke aus. Bei der Trennung der Betriebe und dem zum Teil gleichen Produktionsprogramm kann es aber nicht ausbleiben, daß Doppelarbeit geleistet wird, dafür aber aus Mangel an Mitteln aussichtsreiche Aufgaben nicht verfolgt werden können. Ähnliche Schwierigkeiten wird es auf fast allen Gebieten geben: bei Investitionen, Aufbau von Verkaufsorganisationen usw.

Trotzdem ist der Abschluß der I.G.-Entflechtung ein bedeutungsvolles Ereignis für die gesamte Industrie, denn die größten Unternehmen der deutschen Chemie wurden damit endlich aus der alliierten Kontrolle entlassen und erhielten Handlungsfreiheit.

B.Z.

## 1953

Die Entflechtung der IG Farben war vor 50 Jahren Thema der CLB. Die Ängste damals: Können die neuen Unternehmen, die an Marktmacht und an Synergien etwa im Forschungsbereich verloren haben, langfristig auf dem Weltmarkt bestehen?

Wir wissen heute: Im Prinzip ja.. Die BASF machte 2002 einen Umsatz von 32,2 Mrd. Euro, hat 89 400 Mitarbeiter, ist nach eigenen Angaben das führende Chemieunternehmen der Welt. Das Wort „Verbund“, das der langjährige BASF-Chef Jürgen Strube mit dem Konzern verschmolz, hat mittlerweile in den englischen Sprachraum Einzug gehalten.

Bayer machte 2002 einen Umsatz von 29,6 Mrd. Euro, beschäftigt 122 600 Mitarbeiter.

Hoechst jedoch gibt es nicht mehr. Vor einigen Jahren erachtete der damalige Hoechst-Chef Jürgen Dormann das Unternehmen in der bestehenden Form für langfristig nicht mehr konkurrenzfähig, formte mit Rhône-Poulenc zusammen das Pharmaunternehmen Aventis, gliederte die Chemie aus. Ganz daneben lagen die Befürchtungen von damals wohl nicht...

## Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

einig sind sich die Spitzen der GDCh, der Chemie-zuständigen Gewerkschaft, des entsprechenden Arbeitgeber- sowie des Industrieverbands: Die naturwissenschaftliche Bildung muss in Deutschland verbessert werden. Daher fordern sie: Spielerische naturwissenschaftliche Versuche im Vorschulalter; naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule; ein Drittel des Unterrichtes für Mathematik und Naturwissenschaften; Biologie, Chemie und Physik später als Pflichtfächer; Abiturprüfung in zwei Naturwissenschaften. Schön und gut – nur ein paar Jahre verspätet. Als die Kultusminister vor einigen Jahren in die andere Richtung ruderten, die Naturwissenschaften an den Rand der Lehrpläne stellten, hätte man schon einig rufen müssen!

Immerhin erkennt man jetzt auch die Notwendigkeit fachübergreifender Ausbildung. So steht in dem Infoblatt „Bildungspolitische Positionen der Bildungsinitiative Chemie“ zum Unterricht in Sekundarstufe II: „...fundierte Allgemeinbildung auf Basis von Kernfächern – ergänzt durch fachübergreifenden Unterricht, der problemorientiertes und exemplarisches Lernen ermöglicht... Vermittlung von Schlüsselqualifikationen wie Team- und Kommunikationsfähigkeit, Kreativität“ (Vollständig auf [www.bildungsinitiative-chemie.de](http://www.bildungsinitiative-chemie.de)). Bleibt zu hoffen, dass das Gerangel zwischen den Fachbereichen um Anteile an den Lehrplänen

sich so kurz gestaltet, dass diese guten Vorstellungen auch schnell umgesetzt werden können. Sicherlich war es ein gutes Zeichen, dass die Präsidentin der Kultusministerkonferenz, Karin Wolff, den Bildungsgipfel Chemie im Mai begrüßte, dass ihre Amtsvorgängerin Dr. Annette Schavan ein Grußwort zum „Projekt Chemie – Neue Wege im Unterricht“ schrieb. Sie betonte darin: „Naturwissenschaftliche Bildung ist unverzichtbarer Bestandteil von

Allgemeinbildung.“ Es scheint aber auch anders zu gehen; viele verzichten auf diesen Bestandteil und leben trotzdem gut – noch, solange ausreichend viele Techniker und Wissenschaftler die Wettbewerbsfähigkeit unseres Landes sichern.

Ein mögliches Hindernis im schnellen Umsetzen bildungspolitischer Reformen mit Ausrichtung auf Naturwissenschaften liegt wohl auch in unserem politischem System, das Geisteswissenschaftlern überproportionalen Zutritt zur politischen Bühne verschafft. Und die müssen dann ja gegen ihre eigene Ausbildungswahl Wege ebnen, was sicherlich schwer fällt. Beispielsweise studierte Karin Wolff, auch Hessens Kultusministerin, Geschichte, ev. Theologie, Philosophie und Ethnologie, Annette Schavan, (Kultusministerin Baden-Württemberg) Erziehungswissenschaft, Philosophie und kath. Theologie, und Edelgard Bulmahn, Bundesministerin für Bildung und Forschung, studierte Politologie und Anglistik.

Es geht nicht darum, Geisteswissenschaften zu diskreditieren, sondern nur darum, das Verhältnis von dem, was man früher für Bildung als wichtig erachtete, und den jetzigen Anforderungen ins richtige Verhältnis zu bringen. Erfreulicherweise betreiben Jugendliche aus eigenem Antrieb vorbildliche und motivierende Arbeiten auch in den Naturwissenschaften. Diese möchte ich mit dem „Mosaik der Teilnehmer“ der „Jugend forscht“-Endausscheidung weiter bekannt machen (Seiten M43 – M47). Und ein Blick in fremde Töpfe hilft manchmal auch, eigene Probleme zu lösen.

Ich hatte Gelegenheit, vor Ort eine Vorstellung der Chemie Finnlands zu bekommen – und die Offenheit der Finnen kennen zu lernen (siehe S. 220 – 224). Bleibt in Anbetracht der notwendigen Reformen zu hoffen, dass unsere Gehirne keine „Materialien mit Formgedächtnis“ (S. 216 – 219) sind, von denen unsere Autorin Mechthild Kässer schreibt, dass sie bei bestimmten Reizen spontan in ihre Ausgangsform zurückfallen...

Ihr



Einig bei den Forderungen (v.l.): Prof. Dr. Fred Heiker (Präs. GDCh), Hubertus Schmoltdt (Vors. IG BCE), Prof. Dr. Rüdiger Erckel (Präs. BAVC), Prof. Dr. Wilhelm Simson (Präs. VCI; Foto: rk).



Editorial

terkonferenz, Karin Wolff, den Bildungsgipfel Chemie im Mai begrüßte, dass ihre Amtsvorgängerin Dr. Annette Schavan ein Grußwort zum „Projekt Chemie – Neue Wege im Unterricht“ schrieb. Sie betonte darin: „Naturwissenschaftliche Bildung ist unverzichtbarer Bestandteil von

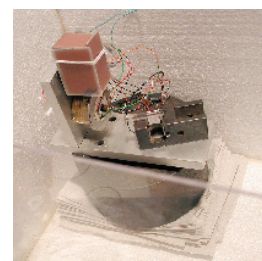
# INHALT

## Aufsätze

Liebigs Fleischextrakt Gutes aus dem Labor, frisch auf den Tisch _____	208
Herstellung chemischer Substanzen Prinzip reziproker Salzpaare _____	212
Zurück zur Urform Materialien mit Formgedächtnis _____	216

## Rubriken

Editorial _____	201
Impressum _____	203
F & E im Bild _____	203
Unternehmen _____	204
Personalia _____	206
Förderungen / Preise _____	207
<b>Umschau</b>	
Finland: Mehr als Holz und Handys Heiße Pflaster und Chemie _____	220
Vision: Gasbetriebene Autos, Laptops und Handys Energiespender für portable Anwendungen _____	225
Forschung und Technik _____	227
Wirtschaft _____	231
Service _____	234
Neue Produkte _____	235
Bezugsquellenverzeichnis _____	239



**Zum Titelbild:**  
Analyse-technik unter  
Aldi-Preisen: Das ist ein  
Rastertunnelmikroskop.  
Wie es geht, zeigen  
Beispiele auf den Seiten  
M43 bis M47 (Foto: rk).

## CLB-Memory

Notfallchemie Nachträge und Ergänzungen _____	M41
Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ in Ludwigshafen Ein buntes Mosaik des Finales _____	M43
Nachwachsende Rohstoffe Teil 6: Cellulose Funktionelle Gruppen kontrollieren das Polymer _____	M48



## Molekulare Spleißmaschine

Über die in der DNA gespeicherte genetische Information können menschliche Zellen eine fast unendliche Vielfalt von Proteinen synthetisieren. Allerdings ist diese Information oftmals in verschiedenen RNA-Teilstücken kodiert, den Exons, die von zum Teil sehr langen Sequenzen (Introns) unterbrochen werden. Den Vorgang, bei dem Introns aus dem genetischen Informationsträger herausgeschnitten und Exons zusammengefügt werden, nennt man in Analogie zum Verbinden von offenen Seil-Enden auch „molekulares Spleißen“. Das Spleißen übernimmt im Zellkern eine makromolekulare „Maschine“, das Spleißosom. Spleißosomen setzen sich aus mehreren RNA-Molekülen und über hundert Proteinen zusammen. Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen arbeiten an der strukturellen Charakterisierung dieser spleißosomalen Maschine. In Zusammenarbeit mit der Abteilung von Prof. Lührmann gelang es Monika Golas aus der Arbeitsgruppe von Dr. Holger Stark nun erstmals mit Hilfe der dreidimensionalen Kryo-Elektronenmikroskopie die Struktur eines spleißosomalen Sub-Komplexes (SF3b) darzustellen. Das nur etwa 15 Millionstel Millimeter große SF3b wurde mit einer Auflösung von kleiner als ein Millionstel Millimeter berechnet. Bei dieser hohen Auflösung kann man einzelne Proteine des Komplexes visualisieren und lokalisieren, die während des Spleißens in direktem Kontakt mit der zu spleißenden RNA stehen.

Links oben sieht man eine Stereo-Ansicht des spleißosomalen SF3b Komplexes; der räumliche Eindruck entsteht, wenn man „durch das Bild hindurch“ in die Ferne schaut („Magic Eye-Effekt“). Unten ist Dr. Holger Stark am Elektronenmikroskop zu sehen (Foto: W. Filser/MPIbpc).



## 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. Fitzner, 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. Wer-  
ner, 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 Kässer, Dieckholzen; Hans  
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,  
Bad Soden; Dr. Ognian Serafimov,  
Konstanz; Jürgen Wagner, Weinheim;  
Hans-G. Winkler, Meyenfeld; Dr. Röbb-  
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

**Abonnentenbetreuung:**  
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 – 8,60  
Euro, im persönlichen Abonnement jäh-  
rlich 87 Euro zuzüglich Versandkosten;  
ermäßigter Preis für Schüler, Studenten  
und Auszubildende (nur gegen Vorlage  
der Bescheinigung) jährlich 67,10 Euro  
zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%  
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-  
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf  
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel  
und den Verlag. Das Abonnement ver-  
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,  
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-  
zugsjahres Kündigung erfolgt.  
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder  
des VDC sowie des VBTA erhalten CLB  
zu Sonderkonditionen.

**Anzeigenpreisliste:**  
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 enthalte-  
nen einzelnen Beiträge und Abbildungen  
sind urheberrechtlich geschützt. Jede  
Verwertung außerhalb der engen  
Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist  
ohne Zustimmung des Verlags unzuläs-  
sig und strafbar. Das gilt insbesondere  
für Vervielfältigungen, Übersetzungen,  
Mikroverfilmungen und die Einspeiche-  
rung und Verarbeitung in elektronischen  
Systemen.  
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-  
ter Buchbesprechungsexemplare kann  
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

vbta

## NACHRICHTEN & NOTIZEN

**Die BASF Venture Capital GmbH beteiligt sich** an Anawah Inc., einem Biotechnologieunternehmen in Seattle, Washington, USA. Weitere Investoren sind CMEA Ventures und Milepost Ventures, zwei US-amerikanische Wagniskapital-Fonds.

**Die BASF-YPC Company Limited erhöht in Nanjing, China, die Produktionskapazität:** Das 50:50-Jointventure zwischen BASF Aktiengesellschaft, Deutschland, und SINOPEC, China stockt die Kapazität der geplanten Anlage für Dimethylformamid (DMF) um 10 000 auf 40 000 Tonnen pro Jahr auf. Hintergrund dieser Kapazitätserweiterung ist die wachsende Nachfrage in China, die rund 50 Prozent der Gesamtnachfrage des asiatischen Marktes ausmacht.

**Collectis SA hat mit der BASF Plant Science GmbH vereinbart,** die von Collectis patentierte Meganuklease I-SceI Technologie bei der BASF einzusetzen. Damit kann man beispielsweise Markergene aus gentechnisch veränderten Modell-/Kulturpflanzen entfernen. Über finanzielle Vereinbarungen und Vertragsbedingungen wurde nichts mitgeteilt.

**Die Degussa AG und die Uhde GmbH nahmen die DEMIS-Pilotanlage** im Industriepark Wolfgang in Betrieb (Demonstrationsprojekt zur Evaluierung der Mikroreaktionstechnik in industriellen Systemen). Projektpartner des BMBF-Verbundprojekts sind Degussa AG, Uhde GmbH, Max-Planck-Institut für Kohlenforschung Mülheim, TU Chemnitz, TU Darmstadt, Universität Dortmund und Universität Erlangen-Nürnberg.

**Die Eppendorf AG kooperiert** im Bereich Microarray-Produkte mit dem kalifornischen Softwarehersteller Biodiscovery. Dies umfasst insbesondere Produkte zur Quantifizierung und statistischen Bewertung.

**Die Sartorius AG hat ihre europäischen Logistik-Aktivitäten** am Standort Göttingen zentralisiert und in eine eigenständige Gesellschaft ausgelagert. Dazu hat Sartorius mit Logistec Logistik, Management & Consulting GmbH, einem Tochterunternehmen der Spedition Friedrich Zufall ein Joint Venture gegründet, das die Abwicklung des europäischen Logistik-Geschäftes künftig übernimmt.

**Die Trilogica GmbH ist aus dem Zusammenbruch von Rheometric Scientific entstanden.** Sie wurde als Vertriebs- und Servicepartner von Firmen wie Triton Technology Limited, Reologica Instruments AB, Shimadzu (Thermische Analyse) und Scinco Europe gegründet. Zielgruppe sind Kunden, die sich mit der Charakterisierung von Werkstoffen, Verfahren, Produkten und Chemikalien in der Qualitätssicherung und Forschung beschäftigen.

**Ultrasonic Scientific Ltd. hat Polytec als neuen Großhändler für Deutschland ernannt.** Die Gesellschaft befindet sich in Berlin und wird Ultraschallspektrometer in Deutschland und Österreich verkaufen.

## Deutsche Forschung

Das deutsch-amerikanische Biotechnologie-Unternehmen Medigene AG verlegt den Forschungsbereich des US-Tochterunternehmens Medigene Inc. vollständig an den deutschen Hauptstandort in Martinsried. Im Zuge der Umstrukturierungsmaßnahmen werden die Stellen von rund 30 Mitarbeitern am Standort in San Diego, Kalifornien, bis zum Ende des Jahres abgebaut. Der amerikanische Standort bleibt mit den Abteilungen Klinische Entwicklung und Zulassung und zehn Mitarbeitern erhalten. Das Unternehmen erwartet, nach Abschluss dieser Maßnahmen eine Kostenreduzierung von jährlich fünf Millionen Euro zu realisieren. Zusammen mit der im ersten Quartal umgesetzten Ausgründung des Kardiologiebereichs ergibt sich dadurch eine jährliche Kostenreduzierung von 11,5 Millionen Euro beginnend mit dem Geschäftsjahr 2004.

## Neubau für Mikroskope

Im Werk Göttingen der Carl Zeiss Gruppe ist die neue Montagehalle zur Herstellung von Mikroskopsystemen nun offiziell eingeweiht worden. Insgesamt waren Investitionen von zehn Millionen Euro notwendig. Ein Teil dieser Summe wurde durch Fördermittel des Landes Niedersachsen abgedeckt. Die Bauzeit betrug weniger als ein Jahr.

Die internationale Unternehmensgruppe der optischen und opto-elektronischen Industrie hat ihren Hauptsitz in Oberkochen, Baden-Württemberg. Der Unternehmensbereich Mikroskopie erwirtschaftete im vergangenen Geschäftsjahr mit rund 1500 Mitarbeitern einen Umsatz von 328 Millionen Euro (plus 21 Prozent). Im Geschäftsjahr 2001/2002 erzielten die weltweit rund 14 700 Mitarbeiter einen Umsatz von knapp 2,3 Milliarden Euro.

## 30 Jahre Wheaton in Deutschland

1972 spannt man die ersten Beziehungen zwischen Wheaton Scientific und Zinsser Analytic mit dem Verkauf von Wheaton Szintillationsfläschchen aus kaliumarmem Glas. Heute verkauft Zinsser Analytic Wheaton Scientific Produkte in Deutschland und Großbritannien als autorisierter Wheaton-Distributor. Probenfläschchen aus Borosilikatglas und hochwertigen Kunststoffen, Zellkulturflaschen und Geräte für die Zellkultur erscheinen in den Katalogen von Zinsser Analytic.



Als Dank und Anerkennung für die lange, treue Geschäftsbeziehung überreichten Steven Drozdow (President), David Edson (Director, International Sales & Marketing), Jim Smith (Vice President Sales & Marketing) und Debra Samsonsen (European Accounts Manager) den Geschäftsführern und Gesellschaftern Christel und Werner Zinsser auf der Pittcon 2003 eine in „Wheaton Village“ mundgeblasene Vase.

## Analytischer Verein

Auf der letzten Mitgliederversammlung von Eurolab-Deutschland wurde mehrheitlich beschlossen, mit Eurachem-Deutschland zu fusionieren. Nach Eintrag in das Vereinsregister wird die neue Satzung gültig und der Verein den Namen Eurolab-Deutschland – Chemische Analytik; Mess- und Prüftechnik e. V. tragen. Der neue Verein bietet nun auch die Möglichkeit persönliche Mitglieder aufzunehmen.

## Eppendorf: Von Baisse bislang verschont Aufbau gestärkt, während andere abbauen



Guten Grund zur Freude hatten (v.l.) Günther A. Mohr (Generalbevollmächtigter Corporate Development), Detmar Ammermann (Finanzvorstand) und Klaus Fink (Vorstandsvorsitzender) auf der Bilanzpressekonferenz am 18. Juni in Hamburg (Foto: rk).

**Eppendorf steigerte den Konzernumsatz im Geschäftsjahr 2002 um 2,8 Prozent auf 297,3 Mio. Euro. Das Umsatzwachstum ohne Wechselkurseinflüsse betrug sogar 6,5 Prozent. Der Gewinn vor Steuern betrug erstaunliche 22,4 Mio. Euro, ein Wachstum von 65 Prozent.**

Wie Vorstandschef Klaus Fink auf der Bilanzpressekonferenz erläuterte, verhalfen sowohl günstige Steuereffekte wie auch der Verkauf der Minderheitsbeteiligung an der Firma Walu Labortechnik zu diesem Gewinnsprung. Dennoch sei das Gesamtergebnis als Erfolg einer Firmenpolitik zu bewerten, die antizyklisch auf Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie in Ausweitung in andere Regionen und damit verbundenem Personalaufbau gesetzt habe.

Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung stiegen in dem Berichtszeitraum um 20 Prozent auf 20,1 Millionen Euro. Es wurden 63 neue Patente angemeldet und 20 erteilt. Insgesamt verfügt das Hamburger Unternehmen jetzt über fast 500 angemeldete bzw. erteilte Patente. Neue Vertriebsniederlassungen richtete man in China, Indien, Mexico und

Dänemark ein. Das größte Wachstum verzeichnete man in Asien, Europa wuchsmoderat, in Nordamerika, dem Hauptabsatzmarkt für Eppendorf, ließ „die Dynamik deutlich nach“. Mit etlichen neuen Mitarbeitern in Indien sei die Gesamtzahl der Mitarbeiter jetzt auf etwa 1700 gestiegen.

Fink bemerkte jedoch, der Umsatz pro Mitarbeiter wäre leicht rückläufig, Anlass genug, die Geschwindigkeit in der Personalentwicklung etwas zurück zu nehmen. Das entspricht auch dem gesamtwirtschaftlichen Umfeld, dem sich auch Eppendorf nicht vollständig entziehen kann. „Wir hatten alle Mühe, die Ergebnisse des glänzenden Jahres 2002 im 1. Quartal 2003 zu erhalten“, kommentierte Fink. Für das laufende Jahr rechnet er mit einem ähnlichen Umsatz wie 2002, jedoch mit einem etwas schlechteren Ergebnis. „Wir investieren langfristig, nehmen ein Ergebnis-Minus von 10 bis 20 Prozent in Kauf“, so der Firmenchef.

Besonders freute sich Fink, dass das Eigenkapital des Unternehmens auf mittlerweile 52,5 Prozent gesteigert werden konnte, man zudem über ein Bankguthaben von knapp 30 Millionen Euro verfüge.

Dennoch denke man weiter an einen Börsengang, an die Deutsche Börse und eventuell die Nasdaq. Einmal soll dies die Finanzierung größerer Akquisitionen weiter erleichtern, zum anderen will Fink damit das strukturelle Fundament des sich weitgehend in Familienbesitz befindlichen Unternehmens erweitern.

Die jetzige Stärke des Unternehmens setzt den CEO jedoch nicht unter Zeitdruck, was den Gang an die Börse angeht. Fink schätzte: „Dieses Jahr nicht, nächstes Jahr nicht gleich, könnte sein 2005“...

Mögliche Akquisitionen sollen zu Produkten verhelfen, die auf existierenden Vertriebswegen angeboten würden. Im Vertrieb sei noch Raum für Expansion. Zuzukaufende Produktklassen lägen in den Bereichen Chemie sowie Biochips. Man betrachtet Microarrays als wichtigen Zukunftsmarkt.

Erst im vergangenen Jahr erwarb man eine Biochip-Firma im belgischen Namur, die jetzige Eppendorf Array Technologies SA. Die entsprechenden Technologien seien weitgehend durch Patente abgesichert. *Rolf Kickuth*



40. Geburtstag für Eppi: Auf der Achema feierte man das „Eppendorf Hütchen“-Reaktionsgefäß, hier dargestellt durch eine 2.30 Meter hohe Torte, die dann zur Freude vieler verteilt wurde.

Kürzlich ist Postnova Analytics Europe in neue Räume in Landsberg am Lech umgezogen. Dort stehen komplett neue Bereiche



für Produktion und Service zur Verfügung, sowie viel Platz für alle weiteren Geschäftsbereiche, inklusive des European Application Centers (EAC). Postnova wird damit die Räumlichkeiten etwa verfünffachen.

postnova analytics Europe  
Max-Planck-Str. 14  
D-86899 Landsberg a.L.

Tel.: 08191 428181 Fax: 08191 428175

**ANALYTIK JENA** Der Aufsichtsrat hat beschlossen, Herrn **Jürg Briner** (50) zum Finanzvorstand (Chief Financial Officer) zu bestellen. Damit liegen die seit November 2002 vom Vorstandsvorsitzenden **Klaus Berka** kommissarisch übernommenen Aufgaben wieder in der Verantwortung eines eigenständigen Vorstandsressorts.

**BASF** Neue Leiterin der Abteilung Investor Relations der BASF AG ist ab Anfang August 2003 **Magdalena Moll**.

**MG TECHNOLOGIES** Der neue Aufsichtsrat hat in seiner konstituierenden Sitzung **Udo G. Stark** (55) mit sofortiger Wirkung zum neuen Vorsitzenden des Vorstands berufen.

**RAG** Der Aufsichtsrat der RAG AG hat Dr. **Wulf H. Bernotat** (54), Vorsitzender des Vorstands der E.ON AG, zu seinem neuen Vorsitzenden gewählt. Bernotat löst in dieser Funktion **Ulrich Hartmann** (64) ab.

**RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG** Der stellvertretende Vorstandsvorsitzende der BASF AG, **Eggert Voscherau**, ist in den Rat für Nachhaltige Entwicklung berufen worden. Dem Rat gehören insgesamt 19 Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens an.

**US-NATIONAL ACADEMIES** Prof. Dr. **Ortwin Renn**, Leitender Direktor der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, wird bis zum 31. August 2004 als festes Mitglied in die Nationale Akademie der Wissenschaften der Vereinigten Staaten berufen.

**VdL** Die Mitgliederversammlung des Verbandes der deutschen Lackindustrie (VdL) hat **Peter Becker** zum Präsidenten des Verbandes gewählt. Aufgrund einer Satzungsänderung ist der VdL-Vorstand mit den Wahlen 2003 durch ein Präsidium abgelöst worden.



Stark



Voscherau



Renn

## EHRUNGEN

Prof. **Samuel Danishefsky** (67) ist Preisträger der **Emanuel Merck-Vorlesung**. Der Chemiker, der am Memorial Sloan-Kettering Krebs Zentrum in New York forscht, befasst sich vor allem mit cytotoxischen Arzneimitteln für die Krebsbehandlung und zunehmend mit synthetisch gewonnenen Oligosacchariden für Krebsimpfstoffe. Der von der Merckschen Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft verliehene Preis ist mit 10 000 Euro dotiert.

Der Heidelberger Biologe **Dr. Frank Lyko** ist mit dem **Karl Freudenberg-Preis** ausgezeichnet worden. Der **Walter Witzenmann-Preis** geht an den Germanisten **Dr. Thorsten Valk** aus Freiburg. Die Verleihung der beiden mit jeweils 6000 Euro dotierten Forschungspreise für Nachwuchswissenschaftler erfolgt durch die Heidelberger Akademie der Wissenschaften.

Prof. Dr. Gert Kaiser, Präsident des Wissenschaftszentrums Nordrhein-Westfalen (I.), und Dr. Gustav Adolph von Halem, Vorsitzender des Industrie-Clubs Düsseldorf e.V. (r.), überreichen den diesjährig mit insgesamt 30 000 Euro dotierten **Wissenschaftsförderpreis Neuwissenschaften**. Prof. Dr. **Geleon R. Fink**, Forschungszentrum Jülich und Universitätsklinikum Aachen (m.), und **Dr. Joachim Groß**, Universität Düsseldorf (2. v. l.), werden für ihre Leistungen in der Anwendung und Verbesserung von bildgebenden Verfahren für die Hirnforschung ausgezeichnet. Es gratuliert der Festredner des



Abends, Medizin-Nobelpreisträger Prof. Dr. Bert Sakmann, Max-Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg (2. v. r.) (Foto: Arne Claussen).

Der Chemiker **John Emsley** hat den **GDCh-Schriftstellerpreis** erhalten. Emsley ist überzeugt, dass die breite Öffentlichkeit durchaus an chemischen Themen interessiert ist, wenn eine Sprache gefunden wird, die verständlich ist. Seine Bestseller wurden bei Wiley-VCH in die deutsche Sprache übersetzt: „Parfüm, Portwein, PVC“, „Sonne, Sex und Schokolade“, „Wenn Essen krank macht“ und „Phosphor – ein Element auf Leben und Tod“.

Die Dechema (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.) vergab bereits zum dritten Mal den **Achema-Fernsehpreis**. Den mit 10 000 Euro dotierten Preis überreichte der Vorsitzende der Dechema Prof. Utz-Hellmuth Felcht an den Autor **Jörg Moll**, Berlin, für seinen Film „Moderne Alchemie – Werkstoffe der Zukunft“ aus der 3sat-Fernsehreihe „hitec. die dokumentation“.

Die Biochemikerin **Dominique Böttcher** hat den **Dechema-Studentenpreis** im Fachgebiet Biotechnologie bekommen. Sie erhielt ihn für „effizienten und zügigen Studienabschluss im Fachgebiet Biotechnologie“.

Die drei Siegerteams des **Dechemax-Schülerwettbewerbs** sind die Teams: „**Al2O3**“ vom Hans-Purrmann-Gymnasium in Speyer mit den Teilnehmern: Malte Gersch, Daniel Iden und Lukas Ofer, „**Chemie Dogs**“ vom Domgymnasium in Verden mit den Teilnehmern: Jessika Lakemann, Gesa Münster und Nina Genée und „**Einradclique**“ vom Gymnasium in der Taus aus Backnang mit den Teilnehmern: Carina Frey, Martina Axtmann, Caroline Häusser, Maike Hafner und Melanie Mayer.



## Frischhaltepreis

Das Cofresco Institute ruft auf zum Wettbewerb um die Innovationspreise 2004. Zu gewinnen sind maximal zweimal 10 000 Euro für „Neue Ideen oder Lösungen, die dem Verbraucher dabei helfen, Nahrungsmittel zu Hause länger frisch zu halten“. Einsendeschluss ist der **31. März 2004**. Teilnahmeregeln und Anmeldeformulare finden sich im Internet unter [www.cofrescoinstitute.com](http://www.cofrescoinstitute.com).

## Stipendium

Die Edgar-Heinemann-Stiftung an der TU Chemnitz vergibt auch in diesem Jahr wieder Stipendien zur Erlangung der Promotion an der Chemnitzer Universität. Unterstützt werden Dissertationen auf dem Gebiet der Materialwissenschaften sowie der Analytik im Bereich zwischen Ingenieurwissenschaften und angewandten Naturwissenschaften. Bewerbungstermine sind der **31. Juli** und der **31. Dezember**. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.tu-chemnitz.de/tu/heinemann/](http://www.tu-chemnitz.de/tu/heinemann/).

## Wissenschaftsrat

Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Wissenschaftsorganisationen in Deutschland die Teilnahme an einem Forum für Forschungsförderung. An dem Forum sollen auch Vertreter großer Stiftungen, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Länder beteiligt sein. Um eine gemeinsame Informationsgrundlage zu schaffen, können die Teilnehmer nach der Empfehlung des Wissenschaftsrats Portfolioanalysen der Wissenschaft und ihrer Förderung in besonders wichtigen oder problematischen Feldern in Auftrag geben. Weitere Informationen unter gibt es unter [www.wissenschaftsrat.de](http://www.wissenschaftsrat.de).

## Revitalisierungspreis

Der „Phönix Award“ wird in den USA an Personen und Gruppen vergeben, die sich gemeinsam für die erfolgreiche Wiedernutzung von kontaminierten Industriebrachen eingesetzt haben. Die diesjährige Verleihung findet im Oktober statt, wobei erstmals auch ein Preis für internationale Flächenrevitalisierungsprojekte verliehen wird. Bis zum **18. Juli** können Bewerbungen für erfolgreiche Revitalisierungsprojekte eingereicht werden. Das Bewerbungsformular sowie weitere Informationen sind [www.dep.state.pa.us/hosting/phoenixawards/](http://www.dep.state.pa.us/hosting/phoenixawards/) zu entnehmen.

## f-cell award

Zum dritten Mal schreiben die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS) und das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit der Daimler Chrysler AG den f-cell award aus. Mit insgesamt 30 000 Euro werden anwendungsnahe Entwicklungen aus dem mobilen, portablen oder stationären Bereich der Brennstoffzelle prämiert. Die Einreichungsfrist endet am **17. August**. Nähere Informationen erhalten Sie im Internet unter [www.f-cell.de/award](http://www.f-cell.de/award).

## Wissenschaftspreis

Noch bis zum **30. Juni** läuft die Bewerbungsfrist für den mit 10 000 Euro dotierten Langener Wissenschaftspreis. Insbesondere jüngere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind aufgefordert, ihre Forschungsarbeiten aus den Gebieten der Infektionsmedizin, der Hämatologie, der Allergologie oder der Medizinischen Biotechnologie einzureichen. Weitere Informationen finden Sie unter [http://www.pei.de/pm/2003/3\\_2003.htm](http://www.pei.de/pm/2003/3_2003.htm).

## Recycling Award

Das Fraunhofer Institut Umsicht und die FKUR-Forschung und Engineering GmbH vergeben einen Preis für hervorragende Kunststoff-Recycling-Produkte. Dabei werden die verfahrenstechnischen Möglichkeiten und die Erkennung und Ausnutzung geeigneter Marktnischen beurteilt. Nicht zuletzt zählen Produktgestaltung, Kreativität und Ästhetik zu den Auszeichnungskriterien. Einsendeschluss ist der **5. September**. Nähere Informationen zum Produktwettbewerb erhalten Sie unter [www.plasticker.de](http://www.plasticker.de) (Recycling Awards).

## Weiterbildung WIP

Innovative Angebote im Bereich der beruflichen und insbesondere der betrieblichen Weiterbildung fördern und damit Signale setzen für neue Entwicklungen: Dies sind die Ziele des vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in diesem Jahr zum vierten Mal ausgeschriebenen Weiterbildungs-Innovationspreises (WIP). An dem Wettbewerb können sich Bildungsdienstleister, Organisationen und Einrichtungen sowie Unternehmen beteiligen, die innovative Konzepte zur beruflichen / betrieblichen Weiterbildung entwickelt haben. Einsendeschluss ist der **30. September**. Die Unterlagen und Teilnahmebedingungen können Sie im Internet unter [www.bibb.de/wip](http://www.bibb.de/wip) abgerufen.

## Kommunikationspreis

Der EMBO Communication Award im Wert von 5000 Euro wird für eine herausragende Leistung im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit vergeben. Die Bewerbungsfrist endet am **31. August**. Weitere Informationen finden Sie unter [www.embo.org/projects/scisoc/com\\_medal.html](http://www.embo.org/projects/scisoc/com_medal.html).

# Gutes aus dem Labor, frisch auf den Tisch

Georg Schwedt, TU Clausthal

Delikatessgeschäfte und Feinkostabteilungen in Kaufhäusern bieten noch heute Original Liebigs Fleischextrakt an. Zu Liebigs 200. Geburtstag werden historische und aktuelle Ergebnisse zur Chemie des Fleischextraktes vorgestellt.

1847 veröffentlichte Liebig sein Buch „Chemische Untersuchung über das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel“. Er beschreibt darin die Herstellung des Fleischextraktes wie folgt:

„Läßt man Fleisch mit dem Wasser längere Zeit kochen, oder die Fleischbrühe kochend verdampfen, so nimmt sie bei einiger Concentration von selbst eine bräunliche Farbe und einen feinen Bratengeschmack an. Dampft man sie im Wasserbade, oder wo möglich in einer noch niedrigeren Temperatur zur Trockene ein, so erhält man eine dunkelbraune weiche Masse, von welcher eine halbe Unze hinreicht, um ein Pfund Wasser, dem man etwas Kochsalz zusetzt, in eine starke und wohlschmeckende Fleischbrühe zu verwandeln. Dieses Fleischextract läßt sich mit den in England und Frankreich bereiteten sogenannten Suppen- und Bouillontafeln nicht vergleichen, denn diese letzteren sind nicht aus Fleisch gemacht und bestehen aus mehr oder weniger reinem Leim...“

Erst 15 Jahre später begann eine industrielle Verwertung. In der dritten Auflage seiner „Chemischen Briefe“ (erschienen 1851) hatte Liebig, angeregt durch einen Brief seines australischen Freundes James King über die Rinderhaltung in New South Wales, die nur zur Gewinnung von Häuten und Talg betrieben wurde, in einer Fußnote auf den Fleischextrakt hingewiesen (Brief Nummer 32):

„Herr James King, einer der intelligentesten Colonisten Australiens, welcher sich die ausgezeichnetesten Verdienste um die Cultur des Weinstocks in diesem Welttheil erworben hat, schreibt mir Folgendes: (Irrawang near Raymond Terrace, New South Wales, 26. Oct. 1850) „Die hiesige Gegend ist ein sehr ausgedehntes und vorzügliches Weideland. Hornvieh und Schafe sind zahlreich und wohlfeil. Tausende derselben werden jeden Monat geschlachtet und das Fleisch zur Gewinnung des Fettes abgekocht; der nahrhafte Theil des Fleisches wird als nutzlos hinweggeworfen; das allerbeste Ochsenfleisch kostet nicht über einen halben Penny (1 ½ Kr.) das Pfund.“

1862 las der deutsche Ingenieur Georg Christian Giebert, der in Brasilien und Uruguay Eisenbahnen

### Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, ist seit 1987 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal.



Abbildung 1: Werbung für Liebigs Fleischextrakt (Lithographie, etwa 1896) - Vorderseite und Rückseite eines Haushaltsbuches.

baute, bei einem Europaurlaub in Liebigs Chemischen Briefen. Er wurde dadurch auf die Verschwendung von Rindfleisch in Australien und auch in Südamerika aufmerksam. Bei Besuchen in Pettenkofers Königlicher Apotheke in München lernte er die labormäßige Gewinnung des Fleischextraktes kennen. In München traf Giebert auch Liebig und gewann ihn für eine Beteiligung an der Gründung der Firma Societé Fray Bentos Giebert & Cie. (Antwerpen) zur Herstellung von Extractum carnis Liebig. Ein Versuchsbetrieb wurde am Ostufer des Uruguay-Flusses in den Vororten von Villa Independencia, später Fray Bentos, errichtet, bis Ende 1864 wurden 50 Tausend Pfund Extrakt (Wert 12000 Pfund) auf den Weltmärkten über Amsterdam verkauft. 1865 ging Giebert mit der „Liebig Extract of Meat Company Ltd.“ in London an die Börse.

1866 gab Liebig in den Chemical News (14, S.289) bekannt, dass er zusammen mit Max Pettenkofer (1818-1901, ab 1847 Professor für medizinische Chemie an der Universität München, 1850 Übernahme der Königlichen Hofapotheke von seinem Onkel), dem Pharmazeuten Charles Finck in Antwerpen und Seekamp in Fray Bentos die Leitung der wissenschaftlichen Abteilung der Gesellschaft übernommen habe – s. in W. Brock. Pettenkofer war auch für die Qualitätskontrolle zuständig.

### Die Untersuchung des Fleischextrakts in der „Praxis des Chemikers“ 1895

„Im Fleischextrakt, welches in großartigstem Maßstabe in Südamerika (aus Büffeln) und in Australien (aus Schafen) fabriziert wird, finden sich vorzugsweise die

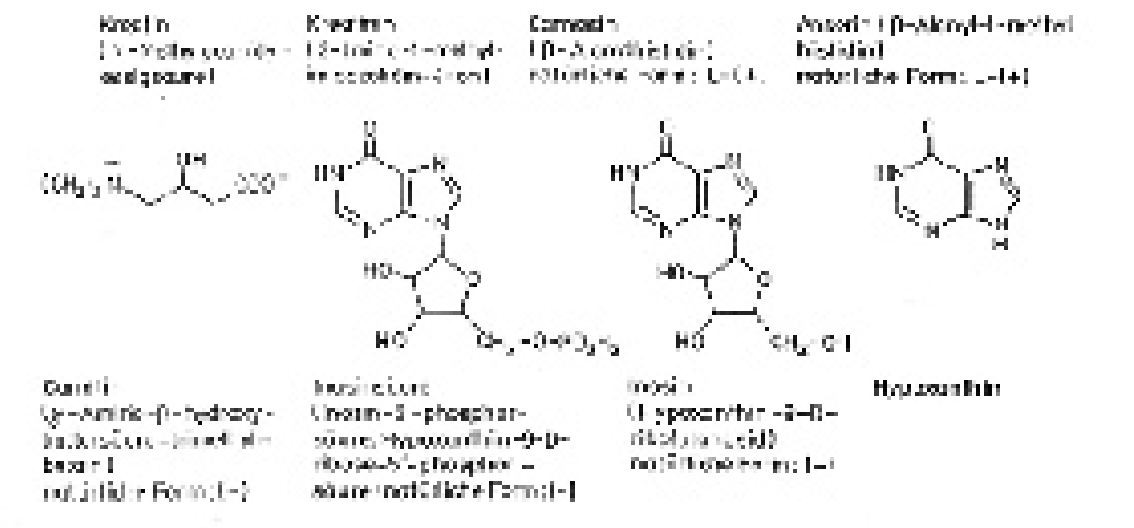


Abbildung 2: Strukturformeln der im Fleisch entdeckten Naturstoffe (zu Tabelle 4).

wasserlöslichen Teile des Fleisches mit Ausnahme des Eiweißes. Ebensov wenig soll das Fleischextrakt Fett enthalten. Das hygienische Institut zu München teilt die noch von Liebig stammende Methode mit, damit die Untersuchungen überall gleichmäßig ausgeführt werden. Bestimmt wird: Der Aschengehalt; dafür genügt 1 g Extrakt, das in einer Platinschale verkohlt und weiß gebrannt wird. Es müssen mindestens 18 % Substanz zurückbleiben (gewöhnlich 22-23 %), welche zum größten Teil aus Phosphaten besteht, und in welcher nur wenig Chlornatrium (etwa der sechste Teil) vorhanden sein darf. – Zur Bestimmung des Wassers werden 2 g Extrakt 36 Stunden lang bei 100°C getrocknet; der Verlust soll nicht über 22 % betragen. Endlich wird das alkoholische Extrakt bestimmt, welches nicht unter 56 % betragen soll, oft aber bis 65 % hinaufreicht. Es werden zu diesem Zweck 2 g des Extraktes in einem Becherglase in 9 ccm Wasser gelöst und 50 ccm Weingeist von 93° Tr. zugesetzt. Der Stickstoffgehalt der löslichen Substanz beträgt 8-9,5 % der ganzen Masse. Fett würde durch Digerieren mit Petroleumäther zu entziehen sein; Eiweißstoffe scheiden sich aus beim Aufkochen der wässrigen Lösung. Leim wird durch Alkohol ausgefällt, der einen starken Niederschlag hervorruft; die weingeistige Lösung kann von der sich ans Glas fest ansetzenden Fällung abgossen und bei 70° verdunstet werden; die gefällte Substanz wird mit 50 ccm (80° Tr.) Weingeist ausgewaschen, die Waschflüssigkeit wie der erste Alkoholauszug in der gleichen Schale abgedampft und der Rückstand 6 Stunden lang bei 100° C getrocknet“ (siehe auch Tabelle 1).

Zusammenfassend werden dann folgende Analyseergebnisse als Beispiel für den echten Liebig'schen

Fleischextrakt genannt: 12,0 Prozent Wasser, 0,6 Prozent Fett, 21,31 Prozent Asche (davon unlöslich im Wasser 1,48 Prozent), NaCl 8,12 Prozent, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4,62 Prozent, SO<sub>3</sub> (gemeint ist Sulfat) 0,606 Prozent, Alkalinität der im Wasser löslichen Asche als NaOH berechnet 2,160 Prozent.

### Gewinnung des Fleischextrakts nach historischem Verfahren

Nach Liebig's Veröffentlichung in den Ann. Chem. 62 (1847), 257-369 sowie seiner Beschreibung in den „Chemischen Briefen“ (32. Brief, Ausgabe 1878) werden 500 Gramm Muskelfleisch vom Rind in kleine Würfel geschnitten und anschließend in einem Mixer zerkleinert. Das Fleischbrät wird dreimal mit je 400 Milliliter destilliertem Wasser bei Raumtemperatur zur Quellung gebracht und mit einem Baumwolltuch ausgepresst. Die Färbung der Extrakte verändert sich

Tabelle 1: Historische „Kenngrößen“ und Bezeichnungen zum Fleischextrakt (Rindfleisch) (nach H. Sulser). N: Stickstoff, AS: Aminosäuren.

Bezeichnung	Analytik	erfasste Inhaltsstoffe
Fleischbasen	mit Phosphorwolframsäure fällbar	Carnosin, Carnitin, bas. AS, Peptide, Purine, Kreatin, Kreatinin (80-90 % Gesamt-N)
Albumosen (oder Proteosen)	durch 80 % Ethanol oder Sättigung mit NH <sub>4</sub> - oder Zn-Sulfat fällbar	Gemisch höher molekularer Protein-Abbauprodukte (20-25 % Gesamt-N)
Peptone (klass. Extrakt, kalt, frei von Peptonen)	nach 2. nicht fällbar, positive Biuretreaktion	durch peptische Hydrolyse erzeugte Polypeptide

Parameter /Substanz	Methode	Ergebnis (handelsüblich)
Ausbeute	Wägung	2,6 % (ca. 3 %)
pH (vor dem Eindampfen)	Potentiometrie	5,8
Wassergehalt	Trocknung/Wägung	18,3 % (15-20 %)
Gesamtstickstoff	Kjeldahl	9,24 % (8,3-8,9 %)
Asche	500°C/Wägung	22,85 % (18-24 %)
Kalium	AAS	9,65 % (4,5-7,5 %)
Natrium	AAS	1,37 % (1,4-2,8 %)
Eisen	AAS	1 ppm (< 100 ppm)
Phosphor als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Veraschung (+ Mg-Acetat), Photometrie	8,45 % (4,5-11,5 %)
Chlorid	potentiom. Titration	0,93 % (1,4-2,9 %)
	Ionenchromatogr	0,89 %
Gesamtkreatinin	Photometrie	8,06 % (5,4-8,2 %)
Kreatin	enzymatisch	1,76 % (1-4,5 %)
Inosinmonophosphat (IMP)	DC, Remissions-Spektrometrie	0,2 % (bis 2,8 %)
Riboflavin (Vitamin B2)	Fluorimetrie	14 ppm (5-35 ppm)
	HPLC	10 ppm
Milchsäure	Photometrie	8,14 % (< 12 %)

Tabelle 2: Analysergebnisse für einen Fleischextrakt nach historischer Vorschrift (D. Bohn 1983/84).

von einem dunklen Rotbraun über ein helles Rotbraun bis zu einem hellen Gelbbraun infolge der Wasserlöslichkeit des Blutfarbstoffes. Der Rückstand wird zunehmend heller, bis er zuletzt weiß und faserig erscheint. Der Extrakt hat einen typischen Fleischgeruch, der Rückstand dagegen ist nahezu geruchlos. Die Flüssigkeit wird über einen feuchten Wattebausch filtriert.

Das trübe, dunkelrotbraun gefärbte Filtrat wird auf zwei Erlenmeyerkolben verteilt und auf einem Wasserbad erhitzt. Bei ca. 41 Grad Celsius beobachtet man eine milchige Eintrübung, bei 49 Grad Celsius bilden sich weiße Flocken. Bis 56 Grad Celsius vergrößern sich die Flocken (aus denaturiertem Fleischalbumin) zusehends. Die Temperatur wird 5 Minuten konstant gehalten, dann filtriert man heiß über einen feuchten Wattebausch. Das dunkelbraune, klare Filtrat wird weiter erhitzt, wobei bei 61 Grad Celsius wieder eine

Trübung auftritt. Bei 66 Grad Celsius bilden sich zunächst feine Flocken, die bei 68 Grad Celsius in grobe hellbraune Flocken (Ausfällung der Blutfarbstoffe) übergehen. Durch Erhitzen bis zum Sieden wird eine vollständige Ausfällung der Blutfarbstoffe erreicht – bei 78 Grad Celsius entstehen grobe dunkelbraune Flocken. Nach dem Aufsieden wird heiß filtriert. Das Filtrat ist klar, gelb gefärbt und von intensivem Fleischgeruch. Der Extrakt wird abschließend auf dem Wasserbad in einer großen Porzellanschale eingedampft. Es bildet sich zunächst ein Häutchen über die Flüssigkeit. Nachdem eine zähflüssige Masse entstanden ist, lässt man die Masse erkalten. Dabei fallen weiße, drei bis fünf Millimeter lange Nadeln (Kreatinin) aus. Der auf diese Weise erhaltene Fleischextrakt wird in einem Exsikkator über Silikagel aufbewahrt. Die sensorische Prüfung ergab, dass der Extrakt salzig und nach Fleischbrühe schmeckt (D. Bohn). Die Ergebnisse der sich anschließenden Analysen sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

### Liebigs Fleischextrakt in der Literatur um 1900

In der „Chemie des täglichen Lebens“ von 1887 (Johnston) ist zu lesen: „Zum Ersatz der Fleischsuppe kann das Fleischextrakt (Liebig, Kemmerich oder Buschenthal) dienen. Es enthält weder Eiweiß, noch Fett und ist deshalb kein eigentliches Nahrungsmittel, dient aber durch seinen Reichtum an Auszugstoffen, besonders Kreatin und Nährsalzen, als kräftiges Belebungs- und Anregungsmittel gleich der Fleischsuppe. Um den geringen Leimgehalt dieser künstlichen Fleischbrühe zu vermehren, wird das Fleischextrakt in Knochensuppen gelöst, oder es wird gebraucht, um Erbsen, Linsen u. s. w. zu würzen und dadurch verdaulicher und für die Ernährung allein ausreichend zu machen. Auch kann es zweckmäßig zur Ergänzung von Salzfleisch dienen.“

In dem zitierten Abschnitt wird neben Liebig auch der Name Kemmerich genannt. Emil Kemmerich hatte in Santa Elena eine konkurrierende Extraktfabrik aufgebaut. Er hatte 1869 bei dem Physiologen Pflüger in Bonn studiert. Dort stellte er fest, dass Liebigs Fleischextrakt zwar wenig Nährwert, jedoch wertvolle Eigenschaften als nervenstärkendes Anregungsmittel besitze. Nach Gieberts Tod 1874 wurde er zunächst dessen Nachfolger. (Für Buschenthal konnten keine Personalien ermittelt werden.) Wenige Monate nach Liebigs Tod empfahl 1873 auch Pettenkofer, das Produkt als Anregungs- und vor allem Würzmittel zu vertreiben.

Und schließlich schrieb G. Abel in seinem Büchlein „Chemie in Küche und Haus“ (1905) im Kapitel über das Fleisch: „Davon, wie eine gute Fleischbrühe erhalten wird, war schon die Rede; es bleibt mir daher nur noch übrig, einiges über Fleischextrakt zu erwähnen. Dieses wurde bekanntlich auf Anregung J. von Liebigs in den 50er Jahren im großen auf folgende Weise bereitet: die frischgeschlachteten und enthäuteten Tier (Büffel oder Ochsen) werden zerlegt. Hierauf erwärmt man das



Abbildung 3: Rückseite eines Liebigs-Sammelbildes um 1900.



Abbildung 4: Banderole zu Liebig's Fleischextrakt heute

magere, mittels Maschinen zerhackte Fleisch mit wenig Wasser in geschlossenen Gefäßen unter starkem Druck. Aus der erhaltenen konzentrierten Fleischbrühe werden durch besondere Vorrichtungen Fett, geronnenes Eiweiß und Fibrin abgeschieden. Nach der Entfernung dieser Stoffe durch Filtrieren dampft man die klare Flüssigkeit zuerst im Vakuum – luftverdünnten Raum – ein, dann in gewöhnlichen, mit Rührwerk versehenen Kesseln, bis zur Konsistenz eines dicken Breies. Zur Bereitung von einem Kilogramm Fleischextrakt sind etwa 30 Kilogramm Rindfleisch nötig. Im Fleischextrakt sind gegen 20 % Wasser, 60 % organische Stoffe und 20 % Salze enthalten. Die organischen Stoffe bestehen meist aus Fleischbasen wie Kreatin, Kreatinin, Xanthin usw; die Salze zu annähernd  $\frac{3}{4}$  aus phosphorsaurem Kali. (siehe auch Tabelle 3)

Unmittelbar nach seiner Einführung war man geneigt, das Fleischextrakt als ein Ersatzmittel für Fleisch zu halten, weil die ausgekochte Muskelfaser für die Ernährung wertlos schien. Heute weiß man, daß Fleischextrakt die Fleischnahrung nicht ersetzt. Es ist ein Genußmittel, das richtig angewendet, den mit ihm genossenen Nährstoffen in Nahrungsmitteln eine höhere Geltung verleiht, die Verdauung anregt und die Schmackhaftigkeit der Speisen erhöht. Eine Zeitlang hielt man das Fleischextrakt für schädlich. Jedes Genußmittel wird aber zu einem Gift, wenn wir es im Überfluß genießen.“

### Liebig's Fleischextrakt heute

Weltweit wurde bis etwa 1930 mit „Liebig-Bildern“ für Liebig's weltweit vertriebenen Fleischextrakt geworben. Die Qualitätskontrolle erfolgte anhand von Chargenproben aus Fray-Bentos in der Königlichen Hofapotheke von Pettenkofer in München. Erst nach der Freigabe wurden die Fleischextrakt-Dosen mit Liebig's Namenszug in Blau versehen. Auch heute tragen die Töpfchen der Firma N. V. Liebig Benelux S. A. in Scholan (Belgien) seinen Namenszug und weisen darauf hin, dass der Inhalt des Töpfchens aus drei Pfund frischem Rindfleisch gewonnen ist und als Zutat auch Salz enthält. Es wird empfohlen, nur eine Messerspitze des Extraktes für ein Vier-Personen-Gericht zu verwenden, diese Menge in heißem Wasser aufzulösen beziehungsweise während des Kochens hinzu zu fügen.

Unter Fleischextrakt wird allgemein ein pastenförmiger, eingedickter Extrakt aus frischem Fleisch verstanden, bei dessen Gewinnung mageres Fleisch mit 90 Grad Celsius heißem Wasser ausgelaugt wird. Die Lösung der sogenannten Extraktivstoffe (s. Sulser) wird

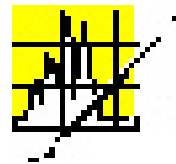
Stickstoffhaltige Gruppen	% im Extrakt	% Gesamt-N
Gesamt-N	8,3 – 9,9	100
N der freien Aminosäuren	0,3 – 0,8	< 10
N des Gesamtgehalt an Aminosäuren	2,5 – 4,0	30 – 50
Ammoniak-N	0,2 – 0,4	< 5
Gesamt-Kreatinin-N	2,0 – 3,0	25 – 35
N der Histidindipeptide	1,1 – 1,6	12 – 18
Geamt-Purin-N	0,6 – 0,8	< 10

von Fett, Albumin und Fibrin befreit und bis zu einem Restwassergehalt von etwa 20 Prozent eingedickt. Aus 100 Kilogramm Fleisch lassen sich auf diese Weise etwa vier Kilogramm Extrakt gewinnen. Liebig dagegen hatte seinen Fleischextrakt durch kalte Extraktion gewonnen. Die erstmals im Fleisch entdeckten Naturstoffe sind in Tabelle 4 aufgeführt.

#### Literatur

- [1] Fritz Elsner: Die Praxis des Chemiker bei Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, Gebrauchsgegenständen und Handelsprodukten, bei hygienischen und bakteriologischen Untersuchungen sowie in der gerichtlichen und Harn-Analyse, 6. Aufl., Hamburg und Leipzig 1895
- [2] James Finlay Weir Johnston: Johnstons Chemie des täglichen Lebens. Neu bearbeitet von Dr. Fr. Dornblüth, 2. Auf., Stuttgart 1887
- [3] Gustav Abel: Chemie in Küche und Bad (Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen, 76. Bändchen) Teubner, Leipzig 1905
- [4] William H. Brock: Justus von Liebig. Eine Biographie des großen Wissenschafters und Europäers, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden 1999
- [5] Georg Schwedt: Liebig und seine Schüler. Die neue Schule der Chemie, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 2002
- [6] Heinz Sulser: Die Extraktstoffe des Fleisches, Wiss. Verlagsges., Stuttgart 1978
- [7] Dieter Bohn: Anwendung neuerer Untersuchungsmethoden der Fleischanalytik zur lebensmittelchemischen Charakterisierung von Liebig's Fleischextrakt, Universität Stuttgart, WS 1984/85

Extraktstoff	Entdecker /Jahr	Bemerkung
Kreatin	Chevreul 1832	Struktur: Erlenmeyer 1868
(Kreatinin)	Liebig 1847	im Urin von Pettenkofer 1844 gefunden
Inosinsäure	Liebig 1847	Struktur: Levene u. Jacobs 1911
Myo-Inosit	Scherer 1850	
Carnosin	Gulewitsch u. Amiradzibi 1900	
Carnitin	Gulewitsch u. Krimberg 1905	
Anserin	Wolff u. Wilson 1932	



#### AUFSÄTZE

Tabelle 3: Verteilung des Gesamt-Stickstoffgehaltes (Gesamt-N) im Fleischextrakt (nach: H. Sulser).

Tabelle 4: Im Fleisch(extrakt) erstmals entdeckte Naturstoffe (Strukturformeln siehe Abbildung 2) nach: H. Sulser, Die Extraktstoffe des Fleisches, Stuttgart 1978.

# Prinzip reziproker Salzpaare

Prof. Dr. Hasenpusch, Universität Siegen

Grundsätzlich halten sich Salzpaare, bestehend aus positiv geladenen Kationen und negativ geladenen Anionen, am besten in einer Lösung, je niedriger die Solvations-Energie und je höher die Kristallisations-Energie oder Gitterenergie ist.

Eine Reihe von Salzen sind bekanntermaßen schwerlöslich, wie Bariumsulfat, Silberhalogenide, Schwermetallhydroxide, -carbonate und -sulfide, andere Ionenpaare formieren sich je nach Temperatur. Der Austausch der Ionen untereinander zu schwerlöslichen Salzpaaren wird auch als Konversion oder doppelte Umsetzung bezeichnet. Dem Prinzip reziproker Salzpaare gehorchen Ionenpaare in wässrigen und nicht-wässrigen Lösungsmitteln sowie in Schmelzen und organischen, wenig polaren Lösungsmitteln. Als eines der bekanntesten Beispiele sei der Solvay-Prozeß zitiert. Ein weites Feld präparativer und analytischer Möglichkeiten eröffnet sich mit dieser Umsetzungsmethode.

## Ionen in Lösung oder im Kristallgitter

Ionen befinden sich in polaren Lösungsmitteln, wie klassischerweise Wasser, mit einer entsprechenden Solvathülle umgeben. Besonders Salze, die aus mehreren freien Ionen entstehen weisen hohe Gitterenergien auf. Hier haben die Wassermoleküle leichtes Spiel, diese Salze mit einer gerichteten Dipol-Hülle zu umgeben und so die Ionen in Lösung zu bringen und zu halten. Andererseits bedarf es einer hohen Energie, diese größere Anzahl freier Ionen in einem Gitter zu ordnen.

Das sehen wir an dem Beispiel der Chlorid-Reihe von Natrium, Magnesium und Aluminium, in der die Löslichkeit bei Raumtemperatur deutlich mit der Zahl der freien Ionen zunimmt (Gramm/100 Gramm Wasser, 20 Grad Celsius):  $\text{NaCl} = 36$ ,  $\text{MgCl}_2 = 54$ ,  $\text{AlCl}_3 = 71$ . Analog kennen wir die Abnahme der Löslichkeit vom Natriumphosphat,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , zum Aluminiumphosphat,  $\text{AlPO}_4$ : von etwa 20 Gramm/100 Gramm Wasser bei Zimmertemperatur auf völlige Unlöslichkeit.

### Der Autor

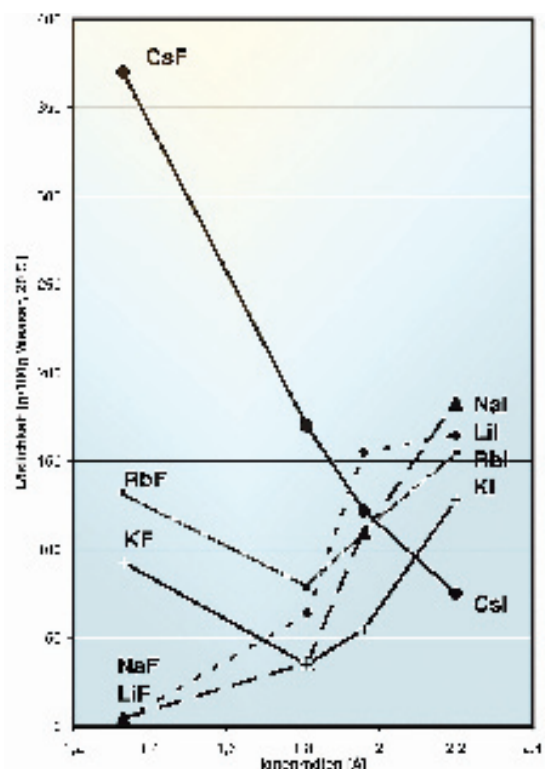
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.



Gerade die Ionen höherwertiger Metalle liegen jedoch nicht immer als freie Ionen vor, sondern sind schon zum Teil sehr stark kovalent oder koordinativ gebunden. So weisen die Fluoride vom Magnesium und Aluminium eine deutlich niedrigere Löslichkeit auf als die vom Natrium.

Auch die Größe der Ionen spielt eine entscheidende Rolle, wenn es um den Einbau in ein Gitter und damit um geringe Löslichkeit geht (Abbildung 1). Bei den Alkalihalogeniden halten die Fluoride noch die Reihenfolge ein: mit einem Ionenradius von 1,33 Angström bildet das Fluorid mit dem kleinen Lithium-Kation einen schwerlöslichen Niederschlag, nur unwesentlich besser löst sich das Natriumfluorid. Die Fluoride von Kalium und Rubidium, ganz besonders aber die vom Cäsium weisen dagegen beträchtliche Löslichkeit in Wasser aus. Mit steigendem Radius über Chlorid = 1,81, Bromid = 1,96 und Iodid = 2,2 Angström kehren sich die Löslichkeitspotentiale um. Vom Iodid sind die Lithium- und Natriumsalze am besten löslich. Die Reihe der größer werdenden Kationenradien von Lithium = 0,68, Natrium = 0,97, Kalium = 1,33, Rubidium = 1,47 und Cäsium = 1,67 Angström zeigt einen dominierenden Effekt. Mit steigendem Ionenradius mindert sich auch die Ladungsdichte auf der Ionenoberfläche. Damit sinkt die Dichte der Hydrathüllen. Bei den Cäsi-

Abbildung 1: Löslichkeit der Alkalihalogenide in Abhängigkeit vom Halogenid-Radius.



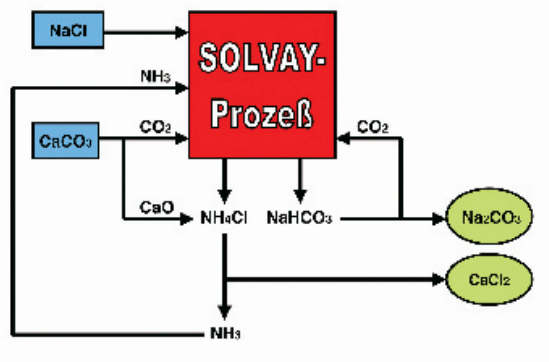


Abbildung 2: Prinzip reziproker Salzpaare im Ammoniak-Soda-Verfahren.

umhalogeniden zeigt die Löslichkeit vom Fluorid zum Jodid mit steigendem Anionenradius eine nahezu linear abfallende Beziehung.

Bei nichtwässrigen Lösungsmitteln, und hier gerade bei den weniger polaren, organischen Flüssigkeiten, entfällt ein Großteil der solvolytischen Dipol-Wechselwirkung, so dass sich im organischen Milieu klassische anorganische Salzpaare besonders quantitativ ausfällen lassen.

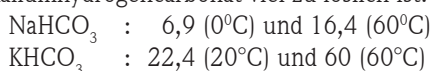
### Reziproke Salzpaare in der Chemischen Industrie

Noch vor Gründung des Reichspatentamtes 1877 in Deutschland meldeten die Engländer H.G. Dyar und J. Hemming 1838 ein Patent an, das die reziproke Umsetzung von Kochsalz, NaCl, mit Ammoniumhydrogencarbonat, NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, zu Natriumhydrogencarbonat und Salmiak, NH<sub>4</sub>Cl, beinhaltete. Unabhängig davon nutzte der Belgier Ernest Solvay ab 1863 Rest- und Rohstoffe aus seinem Familienbetrieb, um nach dem gleichen Verfahren Soda zu gewinnen:

Aus den ammoniakalischen Ablaugen und Verbrennungsabgasen gewann Solvay das Ammoniumhydrogencarbonat, das er mit Steinsalz umsetzte. Das Ammoniak-Soda-Verfahren stellt noch aus heutiger Sicht ein Musterbeispiel integrierten und nachhaltigen Umweltschutzes dar (Abbildung 2). Die Bruttogleichung würde nie in folgender Form ablaufen: NaCl + CaCO<sub>3</sub> → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CaCl<sub>2</sub>. Glücklicherweise nicht! Sonst wären die Korallen der Weltmeere schon von der 3,5 prozentigen Salzkonzentration aufgelöst worden. Eine grauenvolle Vorstellung!

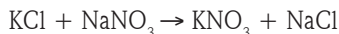
In den einzelnen Schritten des Solvay-Prozesses jedoch werden Sodamengen in nahezu quantitativer Ausbeute hergestellt, weltweit jährlich an die 40 Millionen Tonnen. Die Umsetzung reziproker Salzpaare veranschaulicht ein Vier-Phasendiagramm, in das die prozentualen Äquivalent-Mengen aufgetragen sind. Für das Ammoniak-Soda-Verfahren ist es in Abbildung 3 vereinfacht für optimale Temperaturen von 20 bis 30 Grad Celsius wiedergegeben.

Zur Herstellung von Kaliumcarbonat ist ein abgeändertes Verfahren notwendig, weil nach einer zum Solvay-Prozess analogen reziproken Umsetzung das Kaliumhydrogencarbonat viel zu löslich ist:



Hier bedient man sich im „Engel-Precht-Verfahren“ der Fällung von Kaliumchlorid mit Magnesiumhydrogencarbonat, bei dem ein schwerlösliches Doppelsalz, KHCO<sub>3</sub>/MgCO<sub>3</sub>, ausfällt. Bei 80 Grad Celsius zerfällt das Doppelsalz in das schwerlösliche Magnesiumcarbonat und das lösliche Kaliumcarbonat. Das als Gas frei werdende Kohlendioxid gelangt wieder zurück in den MgHCO<sub>3</sub>-Reaktor.

Neben ebenfalls erwähnenswerten großtechnischen Prozessen, wie die doppelte Umsetzung von Natrium- und Kaliumchlorid mit Magnesiumsulfat (Bittersalz) zu den entsprechenden Alkalisulfaten und der Umwandlung von Ammoniumcarbonat mit Anhydrit, CaSO<sub>4</sub>, zu Ammoniumsulfat, ist vor allem der Konversions-Prozess des Chile-Salpeters in die Geschichte eingegangen. Kaliumnitrat ist ein wichtiger Rohstoff für die Sprengstoff- und Düngemittel-Industrie. Da die Natriumsalze, wie sie in den Chilenischen Ablagerungen des Guanos vorkommen hygroskopisch sind, ist eine Überführung in die Kaliumsalze notwendig. Dem Konversionsprozeß liegt die folgende doppelte Umsetzung von Salzpaaren zugrunde:



Bei 100 Grad Celsius trennt man das ausfallende Natriumchlorid ab, kühlt auf 5 Grad Celsius ab und separiert das auskristallisierte Kaliumnitrat. Das Gleichgewichtszustandsdiagramm bei 100 und fünf Grad Celsius gibt Abbildung 4 wieder. Die Löslichkeiten der beteiligten Salze bei fünf und 100 Grad Celsius in Gramm pro 100 Gramm Wasser liegen, einzeln gemessen, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Mit guten Ausbeuten ist auch das Kupfernitrat in das für die Galvanik geeignetere Sulfat zu überfüh-

Abbildung 3: Gleichgewichtszustand bei der reziproken Umsetzung des Solvay-Verfahrens.

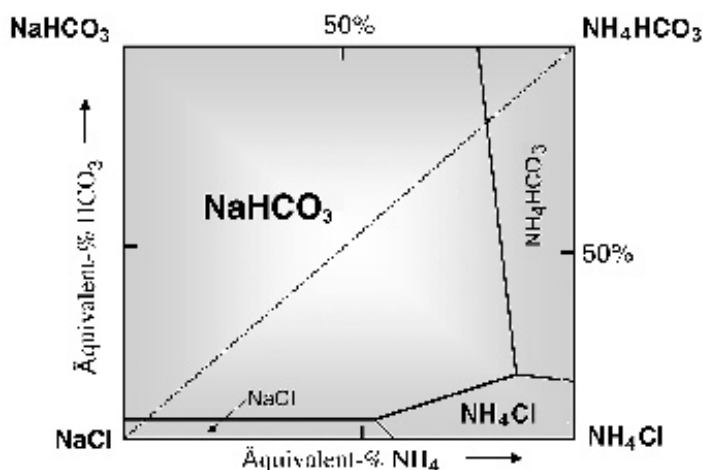


Tabelle 1:  
 Löslichkeit der  
 Salze bei fünf und  
 100 Grad Celsius.

	5°C	100°C
KCl	28	57
NaNO <sub>3</sub>	70	180
KNO <sub>3</sub>	20	247
NaCl	36	39

ren, indem es nach dem Prinzip reziproker Salzpaare mit Natriumsulfat umgesetzt wird. Bei Zugabe von Schwefelsäure und gleichzeitigem Abdampfen der Salpetersäure ist eine quantitative Umsetzung ebenfalls möglich. Eingehend wurden in letzter Zeit die Herstellung der Erdalkalichlorate nach dem Prinzip reziproker Salzpaare auch in der Zusammensetzung ihrer Phasen bei unterschiedlichen Temperaturen untersucht, um dem Verfahrensprinzip größere Breite für weitere Anwendungen zu erschließen (A. Supriatna, Dissertation, TU Bergakademie Freiberg, Oktober 2002).

### Reziproke Salzpaare in organischen Lösungsmitteln

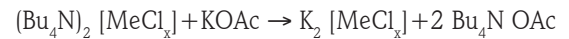
Organische Lösungsmittel haben den Vorteil, das sie zwar organische Verbindungen nach dem Motto „Gleiches löst Gleiches“ gut in Lösung bringen, für klassische anorganische Salze jedoch nur über sehr beschränkte Solvatationskraft verfügen. Iodide mit kleinen Kationen lösen sich noch relativ gut, während Chloride und Fluoride im allgemeinen schwer oder kaum löslich sind. Tabelle 2 skizziert die Löslichkeit (Gramm/100 Gramm Lösungsmittel) der Alkalihalogenide in Ethanol bei Raumtemperatur. Allerdings sind auch viele organische Verbindungen mit anorganischen Ionen bekannt, die sich in organischen Lösungsmitteln sehr gut lösen. Beispiele dafür sind die Alkylammonium-Kationen mit beliebigen anorganischen Anionen oder Karbonsäuren mit anorganischen Kationen. Silbersalze lösen sich in hohen Mengen beispielsweise in Acetonitril. Diese Verhaltensweisen in organischen Lösungsmitteln von gut löslichen organischen Ionenpaaren und schlecht löslichen anorganischen Ionenpaaren stellt die Grundlage der reziproken Salzpaare in organischen Lösungsmitteln dar.

Für die präparative Chemie an der Kieler Universität war es 1975 eine große Erleichterung, als die vielen aus wässriger Lösung ausgefallten sehr teuren Tetra-butylammonium-Komplexverbindungen zwar für spek-

 Tabelle 2:  
 Löslichkeit der  
 Alkalihalogenide  
 in Ethanol bei  
 Raumtemperatur.

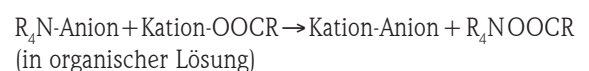
	Fluorid	Chlorid	Bromid	Iodid
Lithium	0	24	60	251
Natrium	20	5	10	40
Kalium	0	5	0,1	1,8
Rubidium	0	0	0	0,5
Cäsium	5	20	5	5

roskopische Zwecke gut zu nutzen waren, für weitere Umsetzungen jedoch nicht mehr zu gebrauchen waren. Die Komplexe mit den großen organischen Kationen ließen sich gut in Methylenchlorid (Dichlormethan) lösen. Beim Versetzen dieser Lösung mit Kaliumacetat in wasserfreier Essigsäure fällt der anorganische Metallkomplex als Kaliumsalz aus:



Da die meisten Koordinationsverbindungen auch in hoher Verdünnung noch durch ihre intensive Farbgebung sichtbar sind, läßt sich die quantitative Fällung an der farblosen überstehenden Lösung erkennen. Aus der Mutterlauge sind durch fraktionierte Destillation sowohl die Lösungsmittel als auch das Tetraalkylammoniumacetat gut isolierbar und für neue Ansätze verwendbar. Lithium- und Kaliumacetat sind in Ethanol und anderen organischen Lösungsmitteln besser löslich als die Natrium- und Rubidiumsalze. In Alkoholen haben anorganische Verbindungen zwar noch relativ hohe Löslichkeiten, das Reduktionspotential ist allerdings zu beachten.

Nach gleichem Prinzip in organischen Lösungsmitteln lassen sich auch viele anorganische Salze herstellen, die üblicherweise in wässrigen Lösungen über die präparativ genutzten reziproken Ausfällungen von Silberchlorid und Bariumsulfat liefen, wie beispielsweise die Herstellung von Lithiumnitrit aus Lithiumchlorid und Silbernitrit. Allgemein laufen die Reaktionen nach folgendem Schema ab:



Einige Nitrats und Iodide beispielsweise sind auf diese Weise schwierig oder nur in geringen Ausbeuten herstellbar, da sie eine relativ hohe Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln aufweisen. So sind Lithium- und Natriumnitrat in Ethanol löslich, nicht aber Kaliumnitrat.

Für die Galvanik und Fotoindustrie eignet sich ein Verfahren, das Silber mit Trimercaptotriazin, ein Reagenz mit geringem Gefahrstoff-Potenzial, quantitativ fällt und das Silber aus dem Niederschlag mit Cyanid wieder frei gibt. Das entstandene Dicyanoargentat löst sich hervorragend in Acetonitril und fällt durch doppelte Umsetzung mit Kaliumacetat als Kaliumcyanargentat sauber aus.

### Reziproke Salzpaare in nichtwässrigen Lösungsmitteln und Salzschnmelzen

Um die gute Löslichkeit des Wassers für anorganische Salze zu umgehen, wurden auch zahlreiche Untersu-



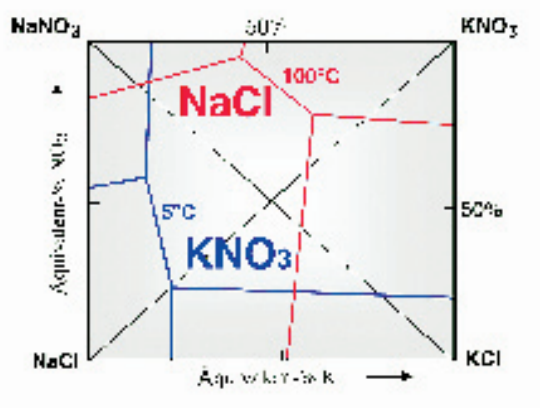
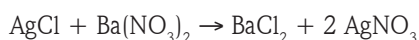


Abbildung 4: Gleichgewichtszustand bei der reziproken Umsetzung im Konversionsverfahren des Chilesalpeters.

chungen an Lösungsmitteln wie flüssigem Ammoniak, Schwefeldioxid oder ähnlichen verflüssigten Gasen durchgeführt. Da hier ebenfalls andere Löslichkeitsverhältnisse vorliegen, lassen sich Umsetzungen in eine Richtung zwingen, die in wässrigen Systemen so nicht ablaufen würde.

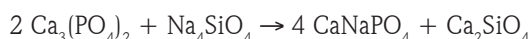
G. Jander („Die Chemie in wasserähnlichen Lösungsmitteln“, Springer-Verlag, Berlin, 1949) studierte doppelte Umsetzungen von Salzen in flüssigem Ammoniak, wie sie beispielsweise die folgende Reaktion charakterisiert:



Auf ähnliche Weise erhielten H. H. Frank und C. Freitag schon 1926 das Calciumcyanid aus Calciumnitrat und Ammoniumcyanid und R. Juza mit seinen Mitarbeitern 1937 das Cadmiumamid aus Cadmiumrhodanid,  $\text{Cd}(\text{SCN})_2$ , und Kaliumamid,  $\text{KNH}_2$ .

Analog wurden reziproke Systeme in der Schmelze untersucht. Sie fanden jedoch bisher nur wenig großtechnische Anwendung.

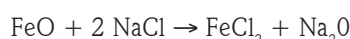
Auf Anregung von J. von Liebig hat sich in der Düngemittel-Industrie die Umwandlung von unlöslichen Calciumphosphaten in lösliches „Superphosphat“ mittels Natriumsilikat, gewonnen aus Soda und Sand, etabliert. Diese reziproke Umsetzung des „Glühaufschlusses“ vollzieht sich heute in großen Drehrohren:



Russische Wissenschaftler publizieren relativ viel über Schmelzphasen. Beispielsweise berichten sie von Systemen der Alkalisalze von Carbonsäuren: Mit steigender Kettenlänge der Fettsäuren erhöht sich der Einfluß fester Lösungen auf den Kristallisations-Vorgang.

Generell gültige Gleichungen für reziproke Salzpaare in Schmelzen wurden am System „Natrium/ Thallium/ Chlorid/ Sulfat“ getestet. Ferner liegen diverse quarternäre Phasendiagramme für Alkali-Halogenide, -Sulfate, -Nitrate und -Carbonate und anderen vor.

Eine Variante der reziproken Schmelzsysteme ist dann gegeben, wenn eine Komponente absublimiert. Auch wenn es sich hier nicht um reine Salzpaare handelt, laufen diese reziproken Umsetzungen sehr quantitativ ab. Bereits zu Anfang des letzten Jahrhunderts nutzte die Chemische Industrie zum Reinigen wertvoller Rohstoffe die leichte Sublimierbarkeit der Buntmetallchloride: Kostbare Materialien, deren Schmelzpunkte relativ hoch liegen, wie Silikate, Gläser und Edelmetalle wurden innig mit Kochsalz vermengt und in Öfen auf Temperaturen um 800 Grad Celsius gebracht. Dabei bilden sich flüchtige Buntmetallchloride und Natriumoxid. Das Natriumoxid verbindet sich mit den Mineralstoffen oder läßt sich mit Wasser leicht auswaschen:



Eisenchlorid sublimiert oberhalb von 600 Grad Celsius, Wismutchlorid siedet gar bei 447 Grad Celsius. Präparativ kann diese reziproke Umsetzungsvariante zur Herstellung von Alkali- und Erdalkalilaugen sowie anderen temperaturbeständigen Stoffen genutzt werden.

## Zusammenfassung

Das Prinzip der reziproken Salzpaare, der Konversion oder der doppelten Umsetzung hat die Aufgabe, Ionenpaare in gewünschter Weise zusammenzustellen. Dabei kann das Ziel-Salz gelöst sein oder sich als Kristallat niederschlagen. Die Wahl des Lösungsmittels oder der Lösungsmittelgemische gibt dem Chemiker einen umfangreichen Werkzeugkasten an die Hand, mit dem ihm jedes gewünschte Salzpaar als End- oder Zwischenprodukt für weitere Umsetzungen zugänglich ist. Immer aber sind es die Löslichkeiten der Verbindungen in den unterschiedlichen Medien, die einen großen Einfluß auf den Grad der Umsetzung haben. Vier-Phasendiagramme zeigen den quantitativen Verlauf der reziproken Umsetzung isotherm oder bei unterschiedlichen Temperaturen.

Bedient man sich des Massenwirkungsgesetzes, so sind es die Ausfällungen von Ionenpaaren, die das Gleichgewicht auf die Seite der Produkte drängt. Gleiche Wirkung haben Lösungsgemische, aus denen eine Komponente, etwa ein Produkt-Ionenpaar, herausdestilliert wird. Den Fall haben wir bei der reziproken Umsetzung von Kupfernitrat mit Schwefelsäure zum Kupfersulfat und der freigesetzten Salpetersäure. In ähnlicher Weise sind auch Schmelzen umzusetzen, indem das Produkt absublimiert. Die Sublimationsneigung der Buntmetallhalogenide, um nur eine flüchtige Substanzklasse zu nennen, läßt sich auch präparativ zur Herstellung temperaturbeständiger, wasserfreier Substanzen nutzen.

Die vielfältige Anwendung des Prinzips der reziproken Umsetzung wird noch viele weitere patentfähige Herstellmethoden von Substanzen nach sich ziehen.

## Materialien mit Formgedächtnis

**Mechthild Kässer, Barenrode**

Materialforscher begeistern immer wieder mit neu erfundenen und neu entwickelten intelligenten Stoffen, die verblüffende und sehr nützliche Eigenschaften besitzen. Manche Materialien können sich selbst zusammenfügen, oder reinigen (nach Art der Lotospflanze) oder sich selbsttätig reparieren. Zu solchen intelligenten Stoffen gehören auch Materialien mit einem Formgedächtnis. Diese behalten nach einer Verformung ihre ursprüngliche Gestalt "in Erinnerung". Ein bestimmter Reiz, beispielsweise Erwärmung genügt, und sie kehren spontan in ihre Ausgangsform zurück.

Sehr unterschiedliche Materialien zeichnen sich durch ein Formgedächtnis aus: metallische Legierungen, Gele, und neuerdings auch Kunststoffe.

### Metalllegierungen

Am besten untersucht und inzwischen vielseitig eingesetzt sind Metalllegierungen mit Formgedächtnis. Dazu zählen Ni-Ti, Cu-Zn-Al, Fe-Mn-Si und Fe-Ni-Mn. Besonderes Interesse findet Nitinol (Ni-Ti im Verhältnis etwa 1:1), weil es nicht extrem teuer und dabei korrosionsbeständig und sogar biologisch verträglich ist.

Der Schlüssel zu seinem einzigartigen Verhalten ist die Eigenart, zwischen festen Phasen unterschiedlicher Kristallstruktur hin und her zu wechseln (Abbildung 1). Beim Erhitzen bis zu 450 Grad Celsius nimmt Ni-Ti die kubisch flächenzentrierte Austenitstruktur an. Kühlt man unter eine legierungsspezifische Temperatur - das kann auch Körpertemperatur sein - so geht es in den Martensit genannten Zustand geringerer Symmetrie über. Anders als viele Stahllegierungen, bei denen Austenit-Martensit-Übergänge schon lange bekannt sind, ändern Ni-Ti-Legierungen dabei nicht ihre äußere Gestalt. Es werden nur die Gitterebenen geschert. Ni-Ti-Martensit lässt sich mit erstaunlich geringer Kraft und bleibend verformen und bis zu 8 Prozent dehnen. Beim Erhitzen über eine bestimmte Temperatur jedoch wird die Legierung hart und nimmt kraftvoll die anfangs festgelegte Form an. Um das Formgedächtnis zu löschen und ein neues

zu speichern, erhitzt man das Metall sehr hoch und schreckt ab.

Ni-Ti wird inzwischen für unzerbrechliche Brillengestelle verwendet, für temperaturabhängig schließende Ventile, Zahnspannen, Implantate und medizinische Instrumente, die in kompakter Form in den Körper eingeführt, dort erst ihre gewünschte Gestalt annehmen.

### Polymer-Gele

Eine eindrucksvolle Eigenschaft von Polymer-Gelelen ist ihre Fähigkeit zu quellen und zu schrumpfen. Das Quellverhalten lässt sich durch die Art des Lösungsmittels, durch Temperatur oder pH beeinflussen. Es sind auch Systeme bekannt, die auf elektrische Felder oder Licht reagieren. Diese äußeren Reize bewirken eine Volumenänderung, die auch die ursprüngliche Form des Gels abwandelt. Der Vorgang ist reversibel und beliebig oft wiederholbar, zunächst aber nicht sehr aufregend. Erst wenn man Polymer-Gele aus Bestandteilen unterschiedlicher chemischer Natur mit voneinander abweichendem Quellverhalten zusammensetzt, gelingt es, ganz bestimmte, komplizierte Formänderungen zu bewerkstelligen.

Physiker der Universität von Nordtexas [2] zum Beispiel stellten Gel-Streifen aus einer Schicht N-isopropylacrylamid (NIPA) und einer Schicht aus vernetztem Polyacrylamid (PAAM) her, die sich an der Grenzfläche durchdrangen und so fest miteinander verbunden waren. Bei Erwärmung auf 39 Grad Celsius schrumpft NIPA, PAAM hingegen ändert sein Volumen nicht. Wie ein Bimetall-Streifen krümmt sich daher der Bi-Gel-Streifen zu einem Bogen, wenn er auf seine Schalttemperatur von 39 Grad Celsius erwärmt wird. Beim Abkühlen auf Zimmertemperatur nimmt er wieder seine gestreckte Gestalt an. Dem Gel-Streifen kann man also ein Gedächtnis für zwei Formen zusprechen. Der äußere Reiz ist hier die Änderung der Temperatur. Er wird aufgenommen von einer Kontrollschicht (NIPA), die schrumpft und dadurch auch die nicht reagierende, passive Gerüstschicht PAAM krümmt.

Andere gewünschte Formen, Quadrate, Fünfecke oder Zickzacklinien, Ziffern oder Buchstaben, erzielten die Forscher dadurch, dass sie in einen PAAM-Gelstreifen Stückchen von NIPA dort einarbeiteten, wo er sich biegen soll.

Vorteil der Form-Gedächtnis-Gele ist die Vielzahl unterschiedlicher Reize, mit denen sie sich steuern lassen, sowie ihre ausgeprägte Verformbarkeit. Andererseits sind sie mechanisch nicht besonders stabil. Die Forscher könnten sich vorstellen, dass Form-



#### Die Autorin:

Die promovierte Lebensmittelchemikerin Dr. Mechthild Kässer begeistert sich für Themen der Biologie, Medizin, Biochemie und Gentechnik. Sie ist langjährige Korrespondentin der CLB.

## Polymerarten

**Blockcopolymer**e sind Polymere, deren Moleküle aus linear verknüpften Blöcken zusammengesetzt sind. Jeder Block besteht aus mehreren identischen Einheiten, die sich in mindestens einem Merkmal von den Einheiten der Nachbarblöcke unterscheiden.

Als **Elastomere** bezeichnet man Polymere mit einem elastischem Verhalten, wie es von Gummi bekannt ist. Bei Temperaturen unter 0 Grad Celsius liegen sie entweder amorph (regellos angeordnet) oder teilkristallin vor. Elastomere besitzen im ersten Fall eine **Glasübergangstemperatur**, im zweiten eine Schmelztemperatur. Die für Elastomere typische Vernetzung erfolgt irreversibel über kovalente Bindungen beziehungsweise reversibel über physikalische Verknüpfungen.

Die beiden anderen großen Polymerklassen sind die Plastomere oder Thermoplaste sowie die Duomere oder Duroplaste (englisch thermosets).

Gedächtnis-Gele einmal als künstliche Organe wie Muskeln oder als Fähre für Medikamente eingesetzt werden.

## Formgedächtnis-Kunststoffe

Chemiker können auch Kunststoffen ein Formgedächtnis aufprägen. Der Effekt beruht jedoch auf einem anderen Mechanismus als bei Metallen und Gelen und ist keine spezifische stoffliche Eigenschaft einzelner Polymerarten, sie können chemisch sehr unterschiedlich sein. Das Geheimnis liegt vielmehr im Aufbau und in der Zusammensetzung der Polymeren sowie der Verarbeitungs- und Programmieretechnik. Im allgemeinen sind Formgedächtnis-Kunststoffe thermoplastische Elastomere oder kovalent verknüpfte polymere Netzwerke. Einen ausführlichen Überblick über das Thema Formgedächtnis-Kunststoffe bietet der Aufsatz von A. Lendlein und S. Kelch [3].

## Entropie-Elastizität

Grundlegende Voraussetzung für die Formänderungen ist die Entropie-Elastizität der Kunststoffe. In elastischen Polymeren liegen die meisten Molekülfäden nicht in gestreckter Form, sondern in ungeordneten Knäueln vor, einem in Bezug auf die Entropie günstigen Zustand. Durch eine äußere Kraft lassen sich solche Polymere unter Entropieverlust strecken. Da die Moleküle aber mit ihren Nachbarn verhakt und verschlungen bzw. in kristallinen Bereichen gleichsam "verknötet" sind, nehmen sie beim Nachlassen der Kraft sofort ihren alten Zustand wieder ein. Das Polymer schnurrt ähnlich einem gespannten Gummi in seine ursprüngliche entropisch günstigere Form zurück, an die es sich erinnert. Was bei einem ge-

dehnten Gummiband die äußere Kraft bewirkt – das Verharren in einer aufgezwungenen Gestalt –, wird bei Formgedächtnis-Polymeren durch temperaturabhängige Verknüpfungen erreicht; das Nachlassen der äußeren Kraft entspricht bei ihnen dem Erweichen der als Verknüpfung eingearbeiteten Bestandteile. In beiden Fällen steht erst jetzt der Bewegung in den entropisch günstigen Zustand und in die permanente Form kein Hindernis mehr entgegen. Ein Gedächtnis für den temporären Zustand gibt es nicht, der Weg verläuft nur in eine Richtung.

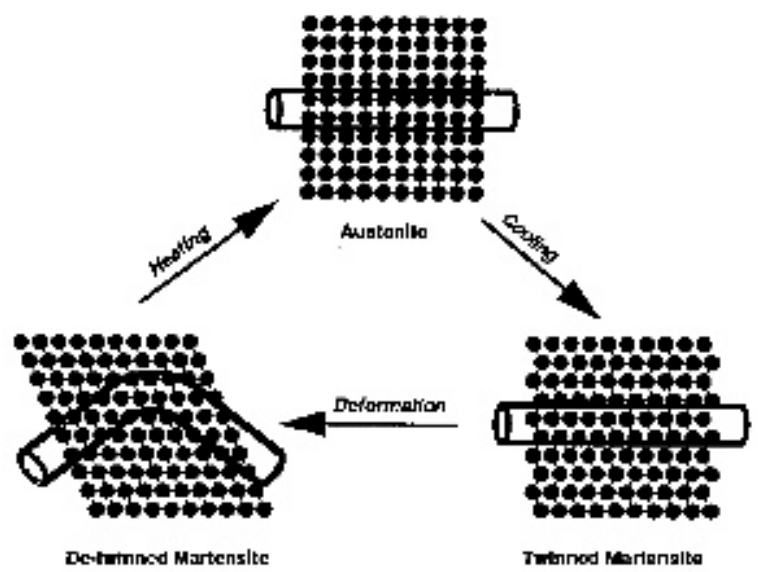
## Programmierung

Der Formgedächtnis-Kunststoff, der durch Spritzguss oder Extrusion hergestellt wurde, liegt in der gewünschten Form (zum Beispiel einer Spirale) vor. Bei der Programmierung verändert man diese *permanente Form* durch kaltes Verstrecken oder man verformt sie in der Wärme und kühlt soweit ab, dass die nun vorliegende *temporäre Form* (zum Beispiel ein gestreckter Faden) eingefroren ist. Durch Erwärmen auf eine für jede Polymerart spezifische Übergangs- oder Schalttemperatur stellt sich innerhalb von Sekunden die permanente Form (Spirale) wieder ein.

Auch der Selbstreparatur-Effekt beruht auf dieser Programmierung: Angenommen, eine Stoßstange aus Formgedächtnis-Kunststoff wird beim Fahren gegen einen Laternenpfahl oder einen Poller eingedrückt und verbogen. Dann genügt der Heißluftstrom aus einem Fön, und die neue, temporäre (Miss-) Gestalt schwingt in seine ursprüngliche, permanente und für eine Stoßstange typische Form zurück.

Die Programmierung bringt den Kunststoff also in den Zustand, aus dem heraus bei Belieben der Form-

Abbildung 1: Mechanismus des Formgedächtnis-Effekts bei metallischen Legierungen. Form und Kristallgitter eines Werkstücks sind schematisch dargestellt [1].



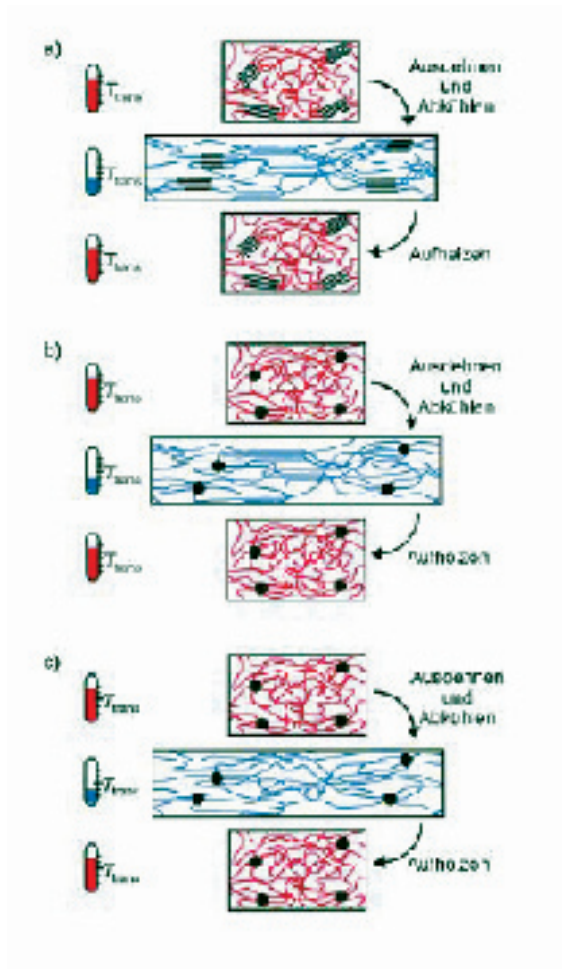


Abbildung 2: Molekularer Mechanismus des wärme gesteuerten Formgedächtnis-Effekts bei Polymeren [3].

Schematische Darstellung:

- a für ein Multiblockcopolymer mit einer Schmelztemperatur  $T_{trans}$
- b für ein kovalent vernetztes Polymer mit einer Schmelztemperatur  $T_{trans}$
- c für ein Polymernetzwerk mit einer Glasübergangstemperatur  $T_{trans}$

rot: Schaltsegment flexibel, Polymer elastisch verformbar

blau: temporäre Form fixiert unterhalb  $T_{trans}$

gangstemperatur  $T_{trans}$  und unterhalb von  $T_{perm}$  ist der Kunststoff weich genug und kann in eine gewünschte andere Gestalt gebracht werden. Dabei verschiebt sich die Lage der kristallinen Knoten der Hartphase im Polymer. Durch Abkühlen unter  $T_{trans}$  wird diese temporäre Form fixiert. Kristallite der Schaltphase verhindern wie neue physikalisch wirkende Verknüpfungen, dass die Polymerketten aneinander vorbeigleiten und unter Entropiegewinn ihre ursprüngliche Lage wieder einnehmen. Das wird erst möglich, wenn sich die Knoten oberhalb der Schalttemperatur  $T_{trans}$  lösen und die Polymerfäden in  $P_2$  ihre Beweglichkeit zurück gewinnen (Abbildung 2).

Statt mit physikalischen Netzknöten wie bei den thermoplastischen Elastomeren lässt sich die permanente Form eines Polymers auch durch stabile chemische Bindungen festlegen (Abbildung 3). Auf diese Weise entstehen kovalent verknüpfte polymere Netzwerke. Ein Beispiel ist ein AB-Netzwerk auf Basis von Oligo- $\epsilon$ -Caprolacton-dimethylacrylat und n-Butylacrylat. Die Oligo- $\epsilon$ -Caprolacton-Phase dient als Schalter, der eine temporäre Form durch physikalische Netzknöten in Form von Kristalliten fixieren kann. Durch Einbau von Oligo-n-Butylacrylat-Segmenten wird das Polymer weicher gestaltet.

Eine andere Art der chemischen Verknüpfung ist die nachträgliche Vernetzung linearer oder verzweigter Polymerketten zum Beispiel durch ionisierende Strahlung. Diese Technik ist gut eingeführt zur Herstellung der weit bekannten Schrumpffolien aus Polyethylen (PE). Nach der Bestrahlung ordnen sich die PE-Ketten in der Wärme und unter Dehnung neu. Beim Abkühlen entstehen PE-Kriställchen als neue physikalische Knoten, welche die temporäre Form erhalten. Folien oder anders geformte Erzeugnisse lassen sich nach dieser Programmierung in der Wärme auf einen Gegenstand aufschumpfen oder einschweißen. Die Überlegenheit der Kunststoffe gegenüber anderen Werkstoffen besteht darin, dass man sie planen und gestalten kann. Daher sind sie an die jeweiligen Anwendungen und Ansprüche anpassbar und können gleich mit vielen erforderlichen Eigenschaften ausgestattet werden. Das gilt auch für Formgedächtnis-Kunststoffe.

Sie lassen sich einfacher formen als ihre Konkurrenten aus Metall und sind mechanisch belastbarer

gedächtnis-Effekt, beispielsweise zur Selbstreparatur, abgerufen werden kann; vergleichbar dem Spannen des Gummibands, um im geeigneten Augenblick ein Papierkügelchen abschießen zu können.

### Aufbau und Zusammensetzung

Wie bei den oben beschriebenen Gelen erhalten Kunststoffe ein Formgedächtnis erst durch den Einbau eines zweiten Bestandteils (Phase, Segment). Die Phasen liegen fein verteilt, aber getrennt vor. Um über die Temperatur den Formgedächtnis-Effekt auszulösen, müssen sich die beiden Bausteine in ihren Schmelztemperaturen deutlich unterscheiden.

In thermoplastischen Elastomeren wie zum Beispiel linearen Multiblock-Copolymeren (zum Beispiel Polyurethane) bestimmt ein schwerer schmelzbares Polymer  $P_1$ , das Hartsegment, die permanente Form, die der Kunststoff in seinem "Gedächtnis" gespeichert hat. Sie entsteht oberhalb seiner Schmelztemperatur  $T_{perm}$ . Dort wird der Kunststoff weich und kann in eine beliebige Form gespritzt oder extrudiert werden. Nach dem Abkühlen ist diese Form durch kristalline Knoten im Polymer-Netz festgelegt. Die leichter schmelzbare Phase  $P_2$  dient als molekularer Schalter. Oberhalb ihrer Schmelz- beziehungsweise Glasüber-

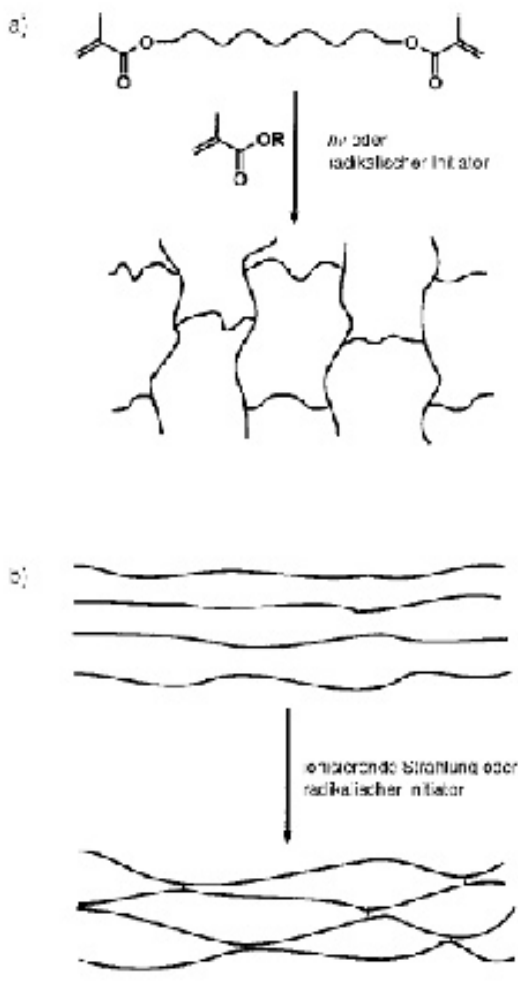


Abbildung 3: Synthese von Polymernetzwerken  
a. durch Polymerisation  
b. durch Verknüpfung linearer Polymere [3]

als Gele. Ihre Schmelztemperatur ist in einem weiten Bereich einstellbar. Gleichzeitig kann man ihnen hohe Formstabilität verleihen und sie je nach Anforderung als thermoplastisches Elastomer oder als Duromer anfertigen. Die Wahl der chemischen Bausteine entscheidet darüber, ob der Formgedächtnis-Kunststoff gewebeverträglich und sogar biologisch abbaubar ist und sich für den Einsatz in der Medizin eignet. Viel Entwicklungsarbeit ist jedoch noch zu leisten. So sollen Formgedächtnis-Polymere in Zukunft auch auf Licht oder elektrische Impulse reagieren oder zwischen zwei Formen hin- und herspringen und als Schalter eingesetzt werden können.

#### Literatur

- [1] Duerig T.W., Pelton A.R., Stöckel D. Biomedical materials and engineering (1996) 6 S. 255-266
- [2] Li Y., Hu Z., Chen Y. J. appl. Polymer science (1997) 63 S. 1173-1178
- [3] Lendlein A., Kelch S. Angewandte Chemie (2002) 114 S. 2138-2162

## Halten Sie ein Ökosystem mit Tieren und Pflanzen in Ihren Händen: Eine Glaskugel im ökologischen Gleichgewicht

**H**ellrote Garnelen, Mikroorganismen und Algen leben gemeinsam in Wasser mit Meerwasser-ähnlicher Salzkonzentration. Sie sind vollständig von Glas umschlossen; es findet kein Gas- oder anderer Stoffaustausch mit der Umwelt außerhalb des Glases statt! Triebfeder für das Leben im Glas ist einzig das eingestrahelte Licht.



Winzige Algen, zum Teil an getrockneten Gorgonien, erzeugen aus Kohlendioxid Sauerstoff. Dazu benötigen sie Lichtenergie. Die Garnelen atmen den Sauerstoff und fressen Algen sowie im Wasser vorhandene Bakterien. Diese wiederum formen die tierischen Abfallstoffe in Nährstoffe für die Algen um. Ebenso erzeugen Garnelen und Bakterien Kohlendioxid für die pflanzlichen Lebensformen...

In solch einer Ecosphere leben die Garnelen typischerweise zwei Jahre, können aber auch bis zu zehn Jahre alt werden. Dafür galt es beispielsweise, Garnelen zu finden, die sich nicht gegenseitig fressen. Auch jeder Besitzer einer Ecosphere muss das Gleichgewicht des Lebens im Auge behalten. So führt zuviel Licht zu starkem Algenwachstum – und darüber hinaus zu für die Garnelen unverträglichen pH-Werten im Wasser. Ebenso ist eine möglichst gleichmäßige Raumtemperatur nötig. Und direktes Sonnenlicht führt zu einem tödlichen Treibhauseffekt in der Miniwelt.

Wie Sie Ihre Ecosphere erhalten: Siehe letzte Seite dieser CLB!



Finland: Mehr als Holz und Handys

## Heiße Pflaster und Chemie

Helsinki im Samba-Rhythmus: Mitte Juni ein ungeplantes Zusammentreffen von öffentlichen Ereignissen und einem von Finnfacts organisierten Kennenlernen von Finnlands Chemie. Sambaschulen und Chemieaktivitäten zeigen gleichermaßen: Finnland hat mehr zu bieten als Holz und Handys... (Fotos (außer Online-CE S.223): Kickuth).

**H**eiße Pflaster – mechanisch stark belastete Straßenbeläge – und Chemie vertragen sich durchaus gut: In einer dreijährigen Studie wies das finnische technische Forschungszentrum VTT die Eignung von EPS (expandiertes Polystyrol) als dämmende Unterlage von gepflasterten und asphaltierten Straßen nach. Die EPS-Produktion in Finnland stieg von 2001 auf 2002 um zehn Prozent auf 870 000 Kubikmeter; 2003 will man die 900 000er Grenze überschreiten. Auch in anderen Bereichen ist die finnische chemische Industrie erfolgreich. Allerdings unterliegt sie einem erheblichen Auslandseinfluss. So gehören 70 der 280 Mitgliedsfirmen der chemischen Industrie-Federation ausländischen Eignern.

Dazu zählt beispielsweise der Spezialchemiehersteller Noviant, Weltmarktführer des Hydrokolloids CMC (Natriumcarboximethyl-

Cellulose; Jahresumsatz 2000: 188 Mio. Euro). Das Unternehmen hat zwar seine Wurzeln seit den 1940er Jahren in Finnland und dort ebenfalls noch mit 73 000 Jahrestonnen die größte Produktionsstätte für CMC, gehört seit Juni 2001 aber der J.M. Huber Corporation, USA, und hat seine Verwaltungszentrale wie auch eine Produktionsanlage mit 10 000 Jahrestonnen CMC im holländischen Nijmegen. Eine weitere Produktionsstätte mit 19 000 Jahrestonnen befindet sich in Schweden.

CMC wird – hier lassen die finnischen Wälder grüßen – aus Holzcellulose gewonnen. Man fügt in die Cellulose-Molekülket-

ten Carboximethylgruppen ein und erhält so ein wasserlösliches, anionisches, geruchloses, ungiftiges, bioabbaubares Polymer. Man setzt es in mehr als 200 industriellen Produkten ein, hauptsächlich im Nahrungsmittel-, Pharmazie-, Papier- und Farbenbereich. Die finnische chemische Industrievereinigung nennt Finnland den Weltmarktführer in der CMC-Produktion.

Raisio ist eine Stadt etwa 160 Kilometer westlich von Helsinki. Das gleichnamige, dort ansässige Unternehmen hat neben seiner Chemiesparte mit einem Anteil von 44 Prozent am Umsatz (absolut: 370 Mio. Euro) noch die Be-

**Das World Economic Forum WEF bewertet von 80 untersuchten Nationen Finnland nach den USA als stärkstes Land hinsichtlich seiner allgemeinen Wettbewerbsfähigkeit und seiner Wachstumsmöglichkeiten. Sogar den ersten Platz erzielt Finnland bei der Ausbildung von Netzwerkstrukturen.**

# CLB – Memory

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

Juni 2003

**Notfallchemie:**

## Nachträge und Ergänzungen

Günter Sorbe, Hürth

**D**ie in der Reihe Notfallchemie referierten Ereignisse sind, wie nachfolgende Berichte zeigen, keine Einzelfälle. Deshalb sind hier zusätzliche Details zusammengetragen worden, die aufzeigen, wie nach dem Motto: „Dumm gelaufen“ sich Ereignisse wiederholen können, wenn die Sicherheitsmaßnahmen nicht entsprechend angepasst werden.

**Vorsicht mit „alten“  
Alkalimetallen (CLB 07/2002)**

Die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie hat in seinem Mitteilungsblatt „Sichere Chemiarbeit“ Nr. 4/03 auf „Vorsicht beim Umgang mit Alkalimetallen“ hingewiesen. Unter Bezugnahme auf den o.a. Artikel in CLB werden neueste Analyseergebnisse mitgeteilt, die zu äußerster Vorsicht beim Umgang mit allen Alkalimetallen mahnen.

So hat die Analyse der gelblich-rötlichen Krusten von oxidierten Kaliumstückchen ergeben, dass diese Kruste zu 10 bis 15 Prozent aus Kaliumhyperoxid besteht. Dieses Hyperoxid ist ein extrem starkes Oxidationsmittel, das bereits bei mechanischem Druck trotz der Kaliumlagerung unter Öl detonieren kann. Eine weitere

Gefahr stellt ein Kaliumhydroxid-Monohydrat dar, das sich zu 80 bis 90 Prozent in der Kruste bildet. Beim Erhitzen auf 110 bis 140 Grad Celsius gibt dieses Monohydrat sein Wasser ab. Dieses Wasser reagiert dann unter Wasserstoffbildung explosionsartig mit dem Kalium.

Diese Reaktionen sind nicht auf Kalium beschränkt. So bilden alle Alkalimetallhydroxide Hydrate mit verschiedenen Wassergehalten und geben ihr Hydratwasser vor allem beim Erhitzen wieder ab und führen zu gefährlichen, meist explosionsartig verlaufenden Reaktionen.

Die Bildung von Alkalisuperoxiden und Alkalihyperoxiden ist bei allen Alkalimetallen bekannt. Sie

umfasst verschiedene Oxidationsstufen von z.B.  $\text{KO}_2$  bis  $\text{K}(\text{O}_2)_2$ .

Die Aufbewahrung von Alkalimetallen unter Sperrflüssigkeiten, meist Paraffinöl, verhindert den Zutritt von Sauerstoff und Wasser nicht vollständig und kann zu einer langsamen Oxidation führen.

Weitere Chemikalien, die sich bei längerer Lagerzeit gefährlich verändern, sind z.B. Alkalimetallamide und Ether.

**Erkenntnisse „nach Enschede“  
(CLB 04/2002)**

Feuerwerkskörper stellen bei unsachgemäßer Herstellung, Lagerung und Verwendung eine latente Gefahr dar, besonders wenn sie nicht einer Prüfung durch das BAM unterzogen wor-

### Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Alkalimetallen

1. Alkalimetalle nur in Gefäßen aufbewahren, die zusätzlich mit Argon inertisiert sind und möglichst „randvoll“ mit einer geeigneten Sperrflüssigkeit gefüllt sind.
2. Alkalimetalle sind in Glasampullen unter Argon oder im Vakuum dicht abgeschmolzen ohne Oxidation haltbar. Aufbewahrung dieser Glasampullen in Metallgefäßen mit Blähglimmerfüllung.
3. Alle nach diesem Schema gelagerten Alkalimetalle müssen einmal jährlich nach den Richtlinien für Laboratorien (BGR 120) und der TRGS 526 (Punkt 4.10.14 und 6.2.3) überprüft werden.
4. Zum Löschen von Alkalimetallbränden müssen geeignete und zugelassene Feuerlöscher eingesetzt werden. Sie können auch mit Metallbrandpulver der Brandklasse D gelöscht werden. Kleine Brände können ersatzweise mit wasserfreiem Natriumcarbonat abgedeckt werden. Niemals Wasser oder Kohlendioxid zum Löschen verwenden wegen Explosionsgefahr.

## Aus der Bildungslandschaft

- Die Universität Ulm bietet erstmalig den fakultätsübergreifenden **Bachelor-/Master-Studiengang Molekulare Medizin** an. Der Studiengang verbindet die Inhalte und Fragestellungen der experimentellen Medizin mit den Methoden der Molekular- und Zellbiologie sowie der Genomik. Um kompatibel mit Studiengängen im Ausland zu sein, ist das Fach als gestufter Bachelor-/Master-Studiengang aufgebaut. Der zulassungsbeschränkte Bachelor-Studiengang wird in deutscher Sprache, der Master-Studiengang, der durch eine Wissenschaftsmanagement-Ausbildung ergänzt wird, in englischer Sprache durchgeführt.
- An der Fachhochschule Esslingen – Hochschule für Technik wird der **Studienschwerpunkt „Produktmanagement“ im Studiengang Chemieingenieurwesen/Farbe-Lack-Umwelt** angeboten. Die FHTE reagierte damit auf neueste Umfragen in der Lack- und Lackrohstoffindustrie, dass für die Aufgabenfelder Technischer Verkauf und Technischer Service Ingenieure notwendig sind, die neben einer soliden technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung zusätzlich Kenntnisse aus den Bereichen Betriebswirtschaft, Marketing und Produktmanagement mitbringen.
- Kürzlich ging in Köln-Porz das dritte **DLR\_School\_Lab** in Betrieb. Es ist das 17. von der Helmholtz-Gemeinschaft in ihren 15 Zentren geförderte Schülerlabor. Solare Wasserreinigung, Gravitationsbiologie, Lärmkontrolle durch Gegenschall und Künstliche Kometen sind neben Neuen Werkstoffen die Themen am Standort Köln-Porz. Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt den Aufbau und den Betrieb der DLR\_School\_Labs mit 1,6 Millionen Euro. Die Fördersumme für alle Helmholtz-Schülerlabore beträgt sechs Millionen Euro über drei Jahre.
- Die **Aufbaustudiengänge „Umweltchemie“ und „Analytik und Spektroskopie“**, die in Form von acht einwöchigen Kursen innerhalb von vier Semestern durchgeführt werden, beginnen im Herbst mit einem neuen Durchgang an der Fakultät für Chemie und Mineralogie der Universität Leipzig.
- Gedächtnislegierungen, Verbundmaterialien mit Nanokristallen, reibungsarme Oberflächen mit Quasikristallen – heute kommt eine moderne Ausbildung in der Materialwissenschaft ohne tiefe Einsichten in die Naturgesetze auf atomarer Skala nicht mehr aus. An der Fakultät für Naturwissenschaften der TU Chemnitz wird deshalb ein neuer sechssemestriger **Bakkalaureus/Bachelor-Studiengang Materialwissenschaft** eingerichtet. Dieser interdisziplinäre Studiengang vermittelt neben Grundkompetenzen in Physik und Chemie vor allem Kompetenzen in der Praxis der Materialforschung, in der Entwicklung neuer Materialien, der Charakterisierung ihrer Eigenschaften sowie der Beurteilung ihres Anwendungspotenzials.

den sind. Alljährlich wiederholen sich deshalb Explosionen nach dem Schema „Enschede“ in allen Teilen der Welt.

Über eine folgenschwere Explosion berichtet das Magazin für Schiffsreisen und Seewesen „an Bord“ in seiner Ausgabe 1/2003. Auf dem deutschen Containerschiff Hanjin Pennsylvania ereignete sich am 12. November 2002 rund 200 Seemeilen südöstlich von Colombo (Sri Lanka) eine schwere Explosion, bei der zwei Besatzungsmitglieder getötet wurden. Die Explosion fand aus bislang ungeklärter Ursache in Luke 4 in einem in China geladenen Container mit Feuerwerksartikeln statt. Die herbeigerufenen Schlepper haben den Brand auf dem Schiff mit 600 Tonnen Wasser pro Stunde bekämpft. Trotz Kühlung durch diese enormen Wassermengen griff der Brand noch auf den Decksaufbau mit Brücke und Besatzungsunterkünften über. Ob der erst 2002 in Dienst gestellte Neubau noch repariert werden kann, ist fraglich.

### Sicherheitsfaktor Mensch oder Human Factor (CLB 02/2003)

Das ARD-Politmagazin Fakt berichtete am 31.03.2003 in einer Folgesendung über das „Risiko Chemieanlagen“. Den Text der Sendung kann man im Internet unter [www.mdr.de/fakt/aktuell/642698.html](http://www.mdr.de/fakt/aktuell/642698.html) nachlesen.

Hier wurden acht Betriebe, die der Störfallverordnung unterliegen, angefahren. Sechsmal gelang es dem Reporterteam, mit einem Auto und versteckter Kamera unkontrolliert auf das Gelände zu gelangen. Ohne Behinderung stolzierte man in einer Störfallanlage herum und filmte die mangelnden Sicherheitsmaßnahmen bezüglich der „Eingriffe Unbefugter“.

Die Reporter berichten: „Und es gibt auch ein Wachhäuschen hier. Was die da drinnen machen, ist nicht festzustellen. Was wir gemacht haben, will auch keiner feststellen.“

Dazu äußerte sich Prof. Christian Jochum, Vorsitzender der Störfallkommission: „Wenn es Ihnen gelingt, einfach hinter einem Tanklastzug herzufahren oder auf andere Art und Weise in ein solches Werksgelände reinzukommen, dann muss das der Behörde auch gelingen. Und die Behörde hat im Gegensatz zu Ihnen und im Gegensatz zu mir die Möglichkeit, dann auch etwas zu machen.“

Zwischenfrage des Reporters: „Das heißt, Sie glauben, hier liegt was im Argen?“

Antwort Prof. Jochum: „Ja, muss man leider so sehen.“

Aber was liegt im Argen? Schon die erste Sendung zu diesem Thema kurz nach den Terroranschlägen am 11. September 2001 hat hohe Wellen in der chemischen Industrie geschlagen. Die Störfallkommission (SFK) hat daraufhin in einem Leitfaden auch die Instrumente aufgezeigt, wie man mit diesem Thema umgehen kann (Maßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter, verabschiedet auf der 41. Sitzung der SFK am 23. Oktober 2002. SFK-GS-38). Und in einem weiteren Statement auf die Frage nach den Erfahrungen der Störfallkommission mit den Empfehlungen der SFK antwortet Prof. Jochum: „Dass dies vor dem Hintergrund auch gerade der aktuellen Situation nach wie vor in einigen Unternehmen so ist, entsetzt mich im Grunde genommen, macht mich zumindest tief betroffen. Hier gibt es bei diesen Unternehmen und mit Sicherheit auch bei den Aufsichtsbehörden erheblichen Nachholbedarf!“

Und hier gibt es entsprechend Qualitätsmanagement nur eine Antwort: Verantwortung der Leitung, sowohl bei den Unternehmen als auch bei den Behörden. Aber ohne entsprechende Androhung von Disziplinarmaßnahmen durch den Gesetzgeber sowohl für den Betreiber als auch für die Überwachungsbehörden wird sich hier wohl nichts Grundlegendes ändern.



## Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ in Ludwigshafen Ein buntes Mosaik des Finales

**P**reiswert im doppelten Sinne fand die Jury des diesjährigen Bundeswettbewerbs „Jugend forscht“ am 25. Mai beim Gastgeber BASF in Ludwigshafen den Bau eines Analytik-Gerätes: Billig gebaut – genial zusammengestellt und daher preiswürdig. War es das Photometer im Werkzeugkoffer für 55 Euro oder das Rastertunnelmikroskop für 30 Euro?

Die CLB stellt hier diese Arbeiten zusammen mit einer größeren Auswahl von Arbeiten aus den Bereichen Chemie, Biologie, Physik und Technik in Bildern vor. Darunter befinden sich auch solche, die nicht mit einem Preis bedacht wurden. Es waren manchmal nur Feinheiten der Darstellung oder Ausarbeitung, die zwischen reiner Teilnahme und Auszeichnung lagen. Alle haben in dem einen oder anderen Sinne – Originalität der Idee, Kreativität der Ausführung (auch bei der Beschaffung der



Wiederum gestiegene Teilnehmerzahlen meldete Uta Krautkrämer-Wagner, hier zusammen mit BASF-Sprecher Matthias Hensel und Teilnehmern des Finales (Fotos: Kickuth).

Ausrüstung), Akribie bei der Dokumentation – Vorbildcharakter. Daher werden wir in späteren Ausgaben auch den Jungforschern die Möglichkeit geben, ihre Arbeiten vorzustellen. Der Leser mag bei diesem Bildmosaik seine eigenen Einschätzungen machen; die Preisträger nennen wir erst auf Seite M 47.

Insgesamt gab es in diesem Jahr über 8000 Anmeldungen, wurden 60 Regional- und 16 Landeswett-

bewerbe ausgetragen. Wie die Geschäftsführerin des Wettbewerbs, Dr. Uta Krautkrämer-Wagner erläuterte, unterstützen mittlerweile mehr als 100 Patentfirmen diese Veranstaltung. Zu Beginn, 1965, waren es fünf, auch schon die BASF. Seit 15 Jahren verzeichnet man steigende Teilnehmerzahlen. Das liege auch daran, dass in Schulen mehr Angebote vorlägen als früher, beispielsweise in nachmittäglichen Arbeitsgemeinschaften, nicht im normalen Unterricht. *RK*

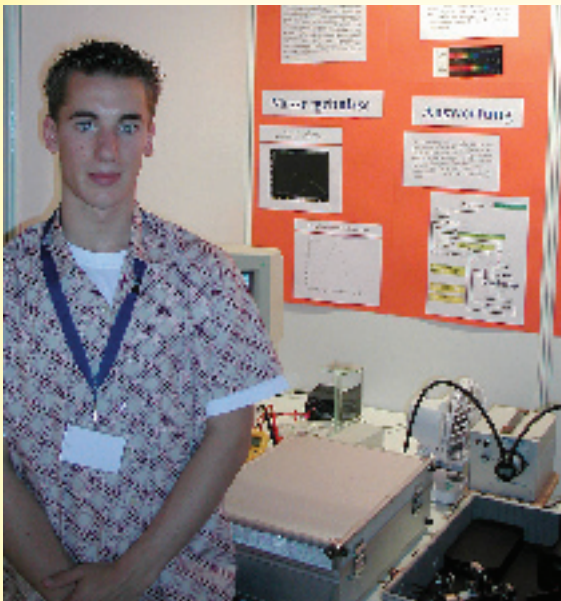
### Teilnehmer und Arbeiten in Beispielen



Jan Wolkenhauer (17, Berlin) schleuste die DNA-Information des Hormons Endothelin in ein Bakterium ein. Danach reinigte er die von Bakterien hergestellte Substanz und leistete so einen Beitrag zur Strukturaufklärung des Proteins. Wenn dies gelingt, eröffnen sich neue Wege zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Krankheiten.



Stephen Schulz (17) aus Gelsenkirchen verbrachte neben der Schule im Schnitt 1 1/2 Jahre lang 20 Stunden pro Woche im Labor, um Anthocyane aus Pflanzen zu isolieren. Mit ihnen bestimmte er Metallkationen komplexphotometrisch quantitativ. Er entdeckte sechs neue Anthocyan-Metallkomplexe. Zugleich entwickelte er eine Methode zur Steigerung ihrer Wirkung als Antioxidantien. Schulz meint, seine Metallanalytik weise eine geringe Umweltbelastung auf.



Bei einem Praktikum fasste Christian Schmitt (18) aus Zellertal den Entschluss, ein kleines, tragbares und billiges Spektrometer zu bauen. Das Ergebnis: ein Koffer-Spektrophotometer für nur 55 Euro; das teuerste ist ein Verstärker für 20 Euro. Lichtquelle ist eine Kaltlichtlampe, dazu kommen ein lichtdichter Werkzeugkoffer und eine motorgesteuerte Photodiode. Das sonst übliche, teure Reflektionsgitter ersetzte er durch eine CD. Für die Messwerterfassung schrieb er ein Auswertungsprogramm.



Louisa Traser und Sina Arndt (Berlin, beide 18 Jahre) suchten nach einem natürlichen Ionenaustauscher, der es ermöglicht, Wasser umweltfreundlich und preiswert zu reinigen. In Versuchen wiesen sie nach, dass Wasser mit Hilfe von Holz und dem Chlorophyll von Blättern von Kupfer und Thiocyanat befreit werden kann. Damit ist es etwa möglich, schwermetallbelastete Gewässer zu reinigen. Auch die Entsalzung von Meerwasser zählt zu den Anwendungsgebieten, sagen sie.

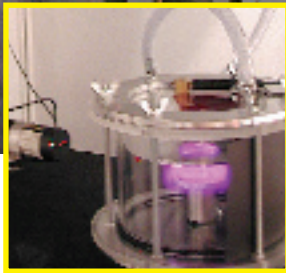


Natalia Wegner (19) aus Reinheim untersuchte die biologische Synthese von Cellulose. Sie isolierte einen Enzymkomplex aus Spinat, mit dem sie aus Zucker hochreine Cellulose im Reagenzglas herstellen kann. Dies könnte für die Papierherstellung wie auch für die Beschichtung medizinischer Implantate wie beispielsweise Gelenkprothesen verwendet werden.



Mit großen Apparaturen, um deren Nutzung auch ausgewachsene Forscher in Konkurrenz stehen, arbeiteten die 16-jährige Stephanie Voß aus Neuenhagen und der 18-jährige Tobias Schulz aus Frankfurt/Oder. Sie untersuchten das Oxidationsverhalten von Silicium-Germanium-Materialien im Sauerstoffplasma und zeigten, dass die Plasmaoxidation anders verläuft als die thermische. Unter der Oxidschicht reicherte sich weniger Germanium an als bei der thermischen Oxidation. Sie ermittelten die Oxidschichtdicke mit einem Ellipsometer, verwendeten Photoelektronen-Spektroskopie und Augerelektronen-Spektroskopie.

Moris Plötzing (17, Euskirchen), Benedikt Lorbach (18, Bad Münstereifel) und Binia Neuer (18, Nettersheim) entdeckten in einer Physik-AG die Faszination moderner Grundlagenforschung. Sie untersuchten Plasmakristalle, mit denen Forscher erst seit 1994 arbeiten können. Sie verwendeten relativ einfache Mittel, so eine Plasmakammer aus einer Glasdose mit einer Vakuumpumpe und einem Spezialtrafo (kleines Bild).



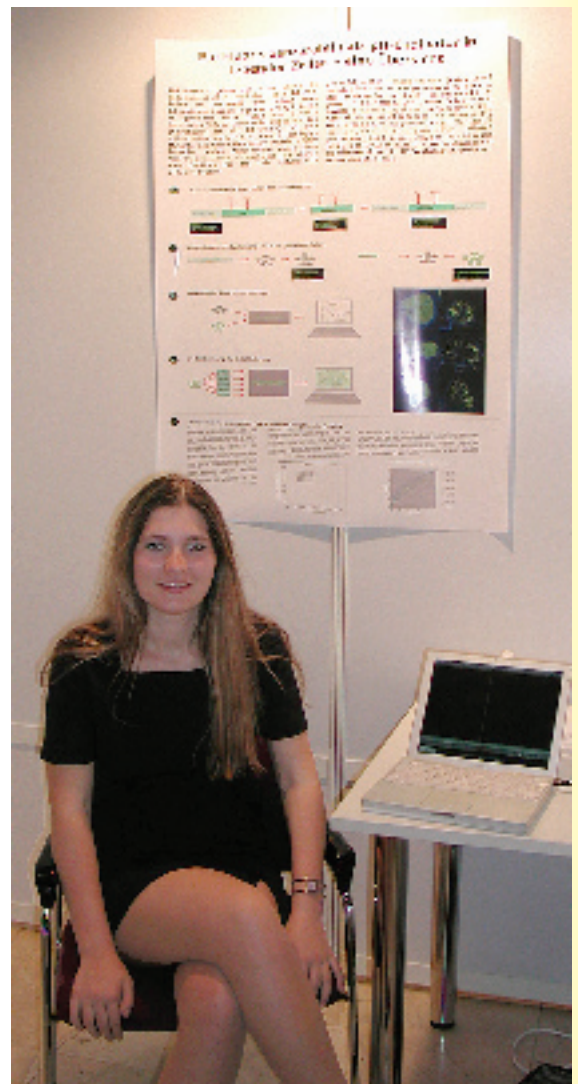
Maren Weisser (18, Erfurt), Anne Bönisch (18, Bienstädt) und Peter Helbig (17, Großlohra) fragten sich, ob Naturheilkunde belegbar ist, untersuchten Enzyme und Inhibitoren für Wundheilung und Blutgerinnung. Sie konnten bei der Pflanze Hirtentäschel feststellen, dass sie Stoffe enthält, die die Enzyme Plasmin und Trypsin hemmen. Ein Stoff davon ist ein Protein, ein anderer nicht. Sequenziert sind die Substanzen noch nicht.



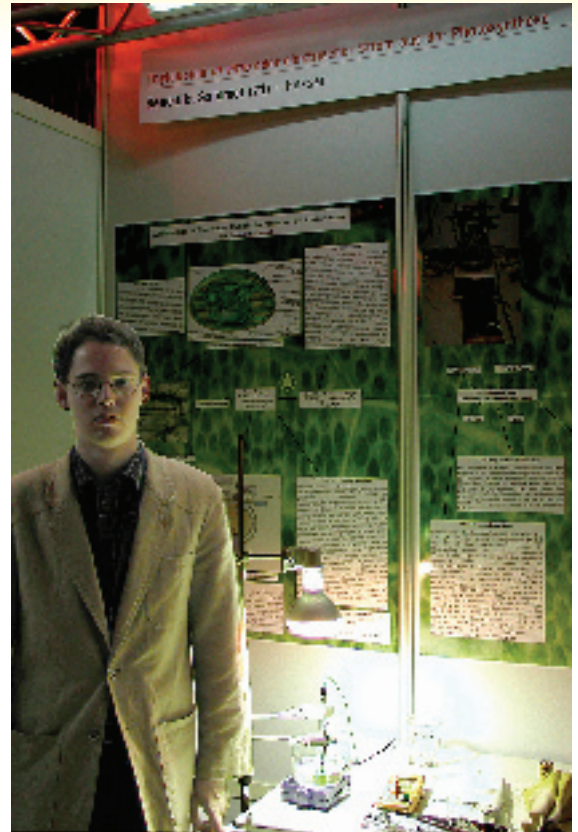
Oben: Felix Christoph Jarck (21, Hamburg) ist CLB-Lesern bekannt, stellte er seine Arbeit (zusammen mit Laura-Kathrin Behlich, 18, Hamburg) doch schon in CLB 6-2002 vor (siehe Poster rechts). Dieses Jahr neu: Sie haben die Gesamtsequenz und Funktion eines schwermetallbindenden Proteins in der Miesmuschel bestimmt. Unten: Christian Brust (18) aus Leipzig untersuchte das Blut von 14 Probanden. Mit Mitochondrien-DNA daraus ermittelte er genetische Unterschiede. Die Untersuchungen sollen für Verlaufskontrollen bei Transplantationen einsetzbar sein.



Jana Ivanidze (19) aus München maß den pH-Wert des endoplasmatischen Retikulums (ER) im Zytoplasma von lebenden Zellen des Schleimpilzes und verglich diesen Wert mit dem des Zytoplasmas. Dazu fusionierte sie ein pH-sensitives Protein mit einem, das in dem ER lokalisiert ist, schleuste dies dann in die Zellen ein. Die Erkenntnisse geben Aufschluss auf die Signalfortleitung beim Schleimpilz; diese wird vom ER pH-abhängig gesteuert.



Die Hamburger Sven Mau (19), Priska Daphi (18) und Franziska Haas (18) untersuchten Schweinewurstprodukte auf Rinder-DNA. Dazu isolierten sie DNA aus der Wurst, vervielfältigten sie molekularbiologisch und trennten sie mit Elektrophorese auf. Das Ergebnis: In etlichen Schweinewürsten gab es ohne entsprechende Kennzeichnung Rinder-DNA.



Oben: Strom aus Spinat erzeugen kann Benedikt Sammet (21) aus Marburg. Dazu isolierte er aus Spinat Zellmembranen, die am Elektronenfluss der Photosynthese beteiligt sind. Mit einer Lösung dieser Substanz baute er eine Batterie, die in der Lage ist, einen winzigen Motor zu betreiben.



Links: Nur 30 Euro Materialpreis kostet das Rastertunnelmikroskop, das Uwe Treske (17) aus Gräfenhainichen baute. Zum Abrastern setzt er Scheibenpiezokristalle ein, wie sie sich auch in Telefonen für die Klangerzeugung finden. Die Abtastspitze besteht aus einem Wolfram-Glühdraht einer Glühlampe, geätzt in Natronlauge. Billig wurde das Gerät auch durch eine Soundkarte als AD-Wandler. Mit Selbstbaugeräten von Universitäten soll das Gerät konkurrieren können.

Unten: Kay Holger Liesenberg (19) aus Quedlinburg wies nach: Besonders Knospen und Staubblätter von Pflanzen erhalten sehr hohe DNA-Konzentrationen guter Qualität, die sich in der Markertechnik einsetzen lassen. Bisher wurde DNA aus Keimblättern gewonnen. Die Bundesanstalt für Züchtungsforschung setzt die neue Methode schon ein.

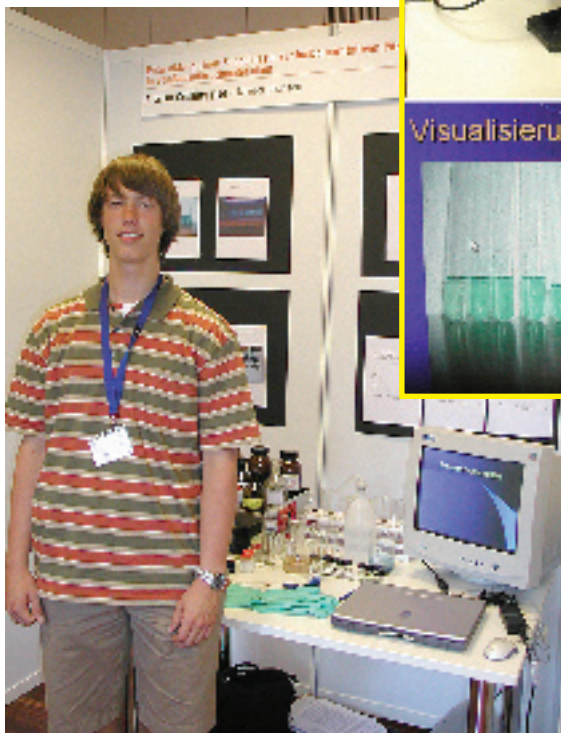


Michael Melzer und Tilo Schmidt (beide 18, aus Chemnitz) sowie Cora Kaiser (18, Amtsberg) untersuchten Eierschalen. Dabei fanden sie heraus: Die Eierschalen verschiedener Vogelarten sind ähnlich strukturiert. Sie sind porös; die Poren sind mit Proteinfasern gefüllt, um das Eindringen von Bakterien zu erschweren.



Die 19-jährigen Berliner Sebastian Meyer, Nora Döhnert und Miriam Staelzel untersuchten, ob sich aus Hühnermist Energie gewinnen lässt. Die Analysen ergaben: Der Mist ist für Verbrennungen in Pyrolyseanlagen geeignet. Interessant: In englischem Hühnermist findet sich zuviel Chlor und Phosphor; er ist nicht für die Verbrennung geeignet. Die Jungforscher stellten jetzt einen Kontakt zu einer entsprechenden Anlage in Sachsen her.

Der 16-jährige Florian Grüßing aus Isernhagen entwickelte einen Schnelltest zur halbquantitativen PAK-Bestimmung in Straßenaufbruchmaterialien. Diese gelten nur als recyclingfähig, wenn sich weniger als 40 Milligramm PAK pro Kilogramm finden lassen. Der Schnelltest bestimmt den PAK-Gehalt durch Bestrahlung mit UV-Licht und durch eine Farbreaktion (Berliner Blau, Bild rechts unten). Einschließlich Sublimation (Apparatur rechts oben) soll der Test nur 20 bis 30 Minuten dauern.



## Die Preisvergabe

### Biologie

1. Preis, zudem Einladung der Europäischen Union zum „15th European Union Contest for Young Scientists“ nach Budapest, Ungarn:

**Jana Ivanidze (S. M45)**

2. Preis:

**Natalia Wegner (S. M44)**

### Chemie

1. Preis, zudem Preis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für Arbeiten aus dem Bereich der Umwelttechnologie (dotiert mit 1000 Euro):

**Florian Grüßing (S. M47)**

2. Preis, zudem Preis der Bundesministerin für Bildung und Forschung Edelgard Bulmahn für eine Arbeit aus dem Bereich Umwelt (dotiert mit 1500 Euro):

**Stephen Schulz (S. M43)**

### Physik

1. Preis, zudem Einladung der Europäischen Union zum „15th European Union Contest for Young Scientists“ nach Budapest, Ungarn:

**Uwe Treske**

2. Preis:

**Moris Plötzing, Benedikt Lorbach, Binia Neuer (S. M45)**

Weitere Preise/Sonderpreise siehe [http://www.jugend-forscht.de/html/nav/f\\_wet.html](http://www.jugend-forscht.de/html/nav/f_wet.html)

## Nachwachsende Rohstoffe Teil 6: Cellulose

# Funktionelle Gruppen kontrollieren das Polymer

**E**in „Einstufiges Verfahren zur Gewinnung von Cellulose aus nachwachsenden Rohstoffen“ ist am Institut für Technische Chemie und Umweltchemie der Uni Jena entwickelt worden. Ebenfalls in Jena besteht seit kurzem das bundesweit erste Cellulose-Zentrum.

Cellulose ist ein langkettiges Kohlehydratmolekül aus Glucoseeinheiten und dient in fast Pflanzen als Stütz-molekül. Sie zählt zu den Polysacchariden – wie auch Chitosan (siehe CLB 9/2002, Seite M70). Je nach Anwendungszweck zerkleinert man Pflanzenteile und wäscht die Cellulose mit unterschiedlichen Lösungsmitteln heraus. In Form von Zellstoff ist Cellulose der nachwachsende Rohstoff mit dem mengenmäßig zweitgrößten Absatzpotential nach der direkten Holzverwertung. Der Bedarf an Zellstoff wird in Deutschland zu drei Vierteln durch Importe gedeckt. Die wichtigsten Einsatzfelder für Zellstoff sind die Papier- und Pappenerzeugung, die Textilindustrie, die Baubranche und der Kunststoffbereich. Cellulose dient auch als Hilfsstoff für Nahrungsmittel und Pharmaka.

### Biomasse (in Mrd. Tonnen)

Gesamtbiomasse der Erde	1841
Jährliche Biomasse-Erzeugung	172,5
davon auf dem Land	117,5
im Meer	55
Cellulose ist das häufigste biogen gebildete organische Material	
jährliche Celluloseerzeugung	2,9

(Quelle: M. Drack, TU Wien)

### Papier aus Stroh

Die Jenaer Chemiker nutzen zur Gewinnung von Cellulose als Oxidationsmittel Wasserstoffperoxid. Dieses ermöglicht es, Papier so weiß zu bekommen, wie dies sonst nur mit dem üblicherweise angewandten mehrstufigen Verfahren möglich ist. „Als Katalysatoren werden Metallate der 6. Nebengruppe eingesetzt, diese sind selber problemlos wieder recyclebar“, erläutert Institutsdirektor Prof. Dr. Bernd Ondruschka.

Das Verfahren arbeitet drucklos im Temperaturbereich von 100 Grad Celsius. Während die Qualität der so erzeugten Cellulose nach Angaben der Forscher vergleichbar der üblichen sei, biete das neue Verfahren wesentliche Vorteile, vor allem im Umweltschutz. Es fielen keine schwer zu entsorgenden Abwässer an, da der Restkohlenstoff in der Oxidationslösung bereits hoch oxidiert und somit leicht biologisch abbaubar sei. Getestet wurde dies an Holz und Holzabfällen, Raps- und Getreidestroh, Hanf, Bambus sowie Miscanthus – allerdings bisher nur mit kleinen Mengen.

### Polysaccharidforschung

Drei Jahre Zeit sich zu bewähren, hat das neue „Kompetenzzentrum für Polysaccharidforschung“. Es ist im letzten Semester an der Friedrich-Schiller-Universität Jena gegründet worden. Die hohe Qualität, die von der neuen Forschungseinrichtung erwartet wird, zeigt sich auch in ihrer Aufnahme in das europäische Exzellenz-Netzwerk zur Polysaccharidforschung.

Prof. Dr. Thomas Heinze von der Universität Jena ist Direktor des Kompetenzzentrums Jena-Rudolstadt. Neben der Universität ist als weitere Forschungseinrichtung das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung

in Rudolstadt (TITK e. V.) beteiligt. Außerdem gehören sechs Industrieunternehmen dem Konsortium an. Diese Industriepartner unterstützen mit 375 000 Euro die Forschungsaktivitäten des Zentrums.

Die Firmen stellen Funktionspolymere her, zum Beispiel Abkömmlinge von Cellulose. Da die verschiedenen Produzenten meist dieselben etablierten Syntheseverfahren anwenden, bringen sie hauptsächlich ähnliche Produkte auf den Markt.

Neue Polymere mit speziellen Eigenschaften sind jedoch aus marktwirtschaftlicher Sicht wünschenswert. Diese Kompetenz bringt Prof. Heinze mit. „Wir synthetisieren die Polymere nicht von Grund auf neu, sondern greifen sowohl im Labor als auch bei der industriellen Produktion auf die Vorleistung der Natur zurück“, beschreibt Heinze. „Die Kette aus den bis zu 10 000 Einfachzuckern bleibt dabei dieselbe und ist durch die natürlichen Rohstoffe aus Pflanzen oder Bäumen vorgegeben“. Es werden lediglich die funktionellen Gruppen verändert. Deren Verteilung im Polysaccharid bedingt seine Funktion. Wer sie kontrolliert, der kontrolliert die Eigenschaften des Polymeren.

„In der Natur und auch bei den herkömmlichen industriellen Syntheseverfahren werden die funktionellen Gruppen zufällig auf die Ursprungskette verteilt“, erklärt Heinze. Der Polymerspezialist arbeitet hingegen an reproduzierbaren Synthesestrategien, bei denen die Wirkgruppen kontrolliert verteilt, also in bestimmten Abständen angebracht werden. Dieser bewusste Eingriff führt zu Polymeren mit veränderten Eigenschaften – man weiß nur nicht zu welchen. Das herauszufinden, wird die Aufgabe von Heinze und seinen Mitarbeitern sein.

reiche Nahrungsmittel (53 Prozent) sowie Life Sciences (drei Prozent), die ja auch der Chemie nicht ferne stehen. Alle zusammen erbrachten 2002 mit etwa 2800 Mitarbeitern einen Umsatz von 843 Euro, machte 20,6 Mio. Euro Gewinn.

Bei dem Chemiesektor fühlt man wieder die Nähe der Wälder: Hauptprodukte sind Funktionschemikalien für die Papierindustrie zur Verbesserung der Papiereigenschaften und zur Verarbeitung des Papiers. Dazu zählen Stärke- und Latexbinder und beispielsweise auch Chemikalien zur Entfernung von Druckfarben (de-inking).

Der Nahrungsmittelbereich der Raisio-Gruppe produziert Margarine, Korn- und Kartoffelprodukte, Tierfutter, Brauereimalz sowie Produkte aus Weizen.

Bei den Life Sciences focussiert die Raisio Gruppe auf funktionale Lebensmittelzusatzstoffe und auf Diagnostik-Systeme zur Lebens- und Futtermittelüberwachung. Zu den funktionalen Lebensmittelzusatzstoffen zählt auch Benecol, das gut zur Margarineproduktion von Raisio passt, dem einzigen Margarinehersteller Finnlands.

Unternehmen	Umsatz (Mrd. €)	Mitarbeiter	Hauptgeschäft
Fortum Oil and Gas	11,1 (incl. Handel)	14 000	Ölprodukte
Huhtamäki	2,2	16 000	Plastik-/Papier-Verpackungen
Kemira	2,6	10 400	Chemie
Orion	1,6	5800	Pharma
Uponor	1,2	5400	Kunststoffrohre
Dynea	1,0	3200	Harze / Klebstoffe
Raisio	0,843	2800	Nahrungsmittel / Chemie

### Hoffnungsträger Functional Food

Benecol ist der Raisio-Markennamen für Produkte aus Stanolestern. Stanole sind hydrogenierte Pflanzensterine. Sie vermindern die Aufnahme von Cholesterin im Darm, sind wirksamer als die reinen Pflanzensterine. Schon die Aufnahme von zwei Gramm Stanolester pro Tag – die Veresterung verbessert die Fettlöslichkeit und damit den Eintrag in Mizellen – verhindert die Aufnahme der für den Menschen besonders belastenden Cholesterine um zehn bis 15 Prozent, kann somit das Risiko von Herzkrankheiten langfristig statistisch um 50 Prozent reduzieren. Stanolester werden – einmal wieder – aus Holz gewonnen. Wie Kari Nurmi, Vice President Technology

and R&D bei Raisio Chemicals, vor Journalisten berichtete, ergeben 60 Tonnen Holz fünf Kilogramm des Rohmaterials Phytosteron, das dann verestert wird.

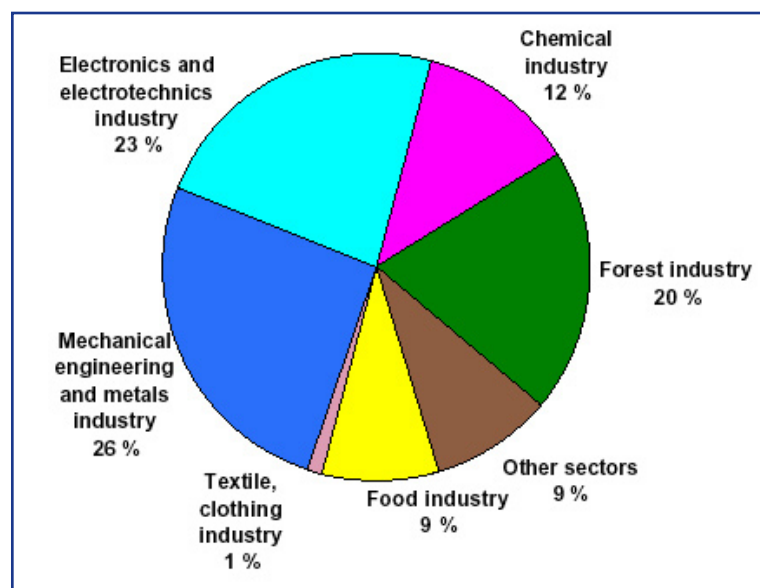
Konkurrent von Benecol als Margarinetyp ist das Unilever-Produkt Becel pro aktiv. Benecol soll jedoch billiger sein – etwa nur eine Reaktion für die Herstellung benötigen, ebenso effektiver bei der Cholesterin-Reduzierung. Außerdem lässt es sich für den Einsatz in unterschiedlichen Produkten maßschneidern, so auch für Milchprodukte, Salatdressings, Hamburger oder Würstchen. Daher erwartet man bei Raisio ein jährliches Produktionsplus bei Benecol von zunächst 20 Prozent.

Bei den Chemikalien wird bald Latex der wichtigste Posten bei Raisio sein – neben Stärkebindern für die Papierindustrie und Spezialchemikalien (funktionale Papiervergütung, De-Inking). Noch in diesem Jahr geht eine neue Anlage in China in Betrieb. Noch vor einiger Zeit hatte man bei Latex eine

Finnlands größte Unternehmen in den Bereichen Chemie / Pharma/ Lebensmittel nach Umsatz 2002

Die Raisio-Gruppe hat 29 Produktionsstätten in 14 Ländern, wie Kari Nurmi erläutert. Nahrungsmittel mit dem Cholesterin-Senker Benecol werden bereits in etwa 20 Ländern vermarktet.

Die finnische chemische Industrie nimmt Rang drei ein bei den Produktionsvolumina der verarbeitenden Industrie. Das Gesamtvolumen dieser Industriesegmente belief sich 2001 auf mehr als 98 Milliarden Euro (Grafik: Fin. Chem. Ind. Fed.).



Pertti Silanterä verweist auf die Vorgängerfirmen, deren Zusammenwachsen 2000 zur Dynea führten. Finnland ist bei Harzen und Klebstoffen die Nummer Zwei auf dem Weltmarkt.



Kooperation mit der BASF, die jedoch jetzt eine eigene Anlage in Finnland betreiben. Raisio ist das drittgrößte Unternehmen im Bereich Latex weltweit, das größte bei Latex-Beschichtungen. In Europa werden ca. 1,5 Millionen Tonnen Latex pro Jahr produziert; 30 Prozent davon stammen von Raisio.

Und wofür benötigt man Latex-Beschichtungen: Für die Papierproduktion... Nach Angaben von Nurmi verfügt man ebenso über die beste Oberflächenanalytik in Europa, ist Marktführer Europa beim De-Inking. Man setzt auch weiterhin auf Papier. Das langfristige Wachstum der Papierindustrie soll laut Nurmi bei 2,3 bis 2,7 Prozent liegen, bei oberflächenvergütetem Papier sogar bei vier bis fünf Prozent. Um an der Spitze der Technik zu bleiben, investiert

Raisio 3,7 Prozent vom Umsatz in Forschung und Entwicklung, beteiligt sich mit drei anderen Firmen und der Stadt Raisio an einem „Future Printing Center“ für sechs Milliarden Euro. Damit will man besonders Kundennahe Lösungen entwickeln. Ein kleines Anwendungsbeispiel: Papiere für Tintenstrahldrucker. Die ersten Drucker dieser Art sprühten 1991 Tropfen mit einem Inhalt von je 59 Picolitern Tinte, heute liegt die Tropfengröße bei drei Picolitern. Das erfordert andere Papiereigenschaften.

### Schon gehört: Dynea?

„Nagelneu“ in der finnischen Chemielandschaft ist Dynea, Hersteller von Harzen und Klebstoffen mit einer Milliarde Euro Umsatz. Natürlich fällt ein Konzern dieser Größe nicht einfach vom Himmel.

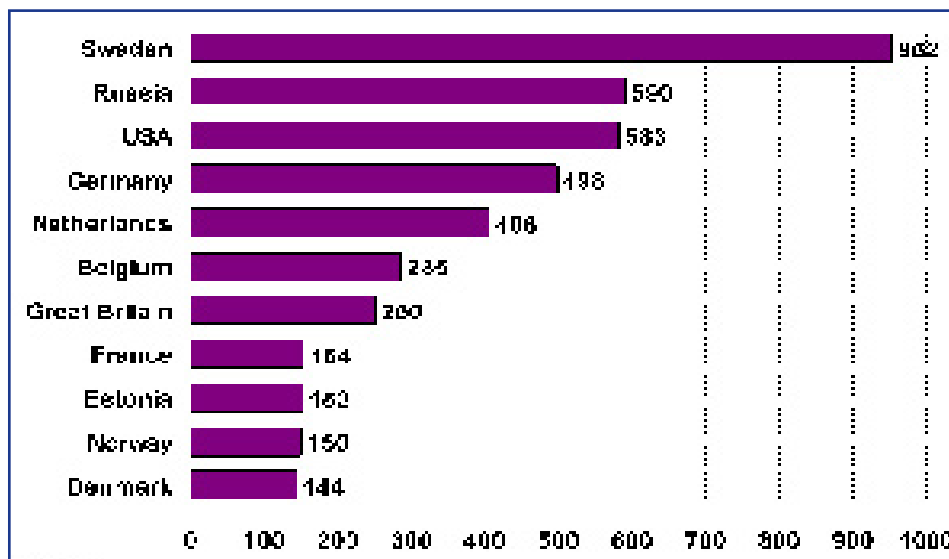
Anteile kommen aus Unternehmen aus Finnland, Schweden, Dänemark, USA, Kanada, Deutschland und Österreich – mit den Hauptwurzeln Neste Chemicals, Finnland, und Dyno ASA, Norwegen. Die Zweige aus diesen Wurzeln wurden 2000 zusammengeführt, um ein führendes Unternehmen von Holz-Verbundmaterialien und -oberflächenmaterialien zu bilden. 2001 wählte man für das neue Unternehmen den Namen Dynea.

Ein besonderer Wachstumsmarkt in diesem Bereich stellen Bauten dar, die komplett oder zum großen Teil aus Holz errichtet werden. Nach Angaben des stellvertretenden Vorstandsvorsitzenden Pertti Silanterä weist die Produktion dafür benötigter Strukturelemente wie laminierte Balken und Verbindungen zweistellige Wachstumsraten auf. Andere Einsatzbereiche der Dynea-Chemikalien sind Paneele, Bodenbeläge und Möbel. Auch im industriellen bzw. Automobilbereich finden sich Anwendungen, etwa bei Filtern, Reifen, Composites. Kunden sind beispielsweise International Paper, St. Gobain, Ikea. Um einen größeren Grad von Bekanntheit zu erreichen hat Dynea seine Produkte in zwei Markenkategorien eingeteilt: „pre-fer“ für die Harze und Klebstoffe, „ultim“ für die Familie der Oberflächenlösungen für dekorative und industrielle Zwecke.

Dynea wendet zwei Prozent vom Umsatz für Forschung und Entwicklung auf. Dahinter stehen die Interessen, Holz als ein Haupt-Baumaterial zu etablieren, aber auch das wachsende Recyclen solchen Materials zu berücksichtigen.

Wachstumschancen sieht Pertti Silanterä – wie wohl alle Chemiemanager – in Asien. Im August startet eine neue Klebstoffanlage in Indonesien. Sie kann 4800 Tonnen Adhäsive pro Jahr produzieren. Im September folgt dann in China eine Vielzweckanlage zur Imprägnierung von 30 Millionen Quadratmetern phenolbeschichteter Flächenprodukte pro Jahr. In Thailand ging gerade eine Harzanlage mit einer Kapazität von

Die wichtigsten Exportländer für die finnische chemische Industrie 2002 (in Mio. Euro). Wichtigstes Importland ist Deutschland mit 930 Mio. Euro, vor Schweden (738 Mio. Euro) und Russland (623 Mio. Euro).





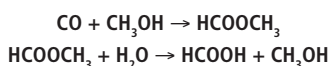
60 000 Jahrestonnen in Betrieb. Neben Asien weitet Dynea aber auch die Produktionen in Amerika aus. In Russland hält man nach Produktionsstandorten Ausschau. Im österreichischen Krems nahm im März eine Pilotanlage zur Papierimprägnierung ihren Betrieb auf. Damit will man technischen Service näher an die Kunden bringen, Entwicklungen durchführen.

### Kemira und die Ameise

Wenn Ilkka Pollari die Ameise als beste Beschreibung von Kemira-Aktivitäten herausstellt, macht er das in zweierlei Hinsicht: Einerseits stellt er als positive Eigenschaften von Ameisenstaaten Kooperation, Umweltfreundlichkeit und in gewissem Maße auch Innovation heraus und schreibt diese auch dem führenden Chemieunternehmen Finnlands mit über 10 000 Beschäftigten zu. Andererseits hat er als Vizepräsident des Bereichs Ameisensäure und -derivate ein besonderes fachliches Verhältnis zu diesen Insekten...

Kemira, deren Aktien zu 55 Prozent dem Staat gehören – eine Verringerung dieses Anteils ist geplant – ist Weltmarktführer bei Ameisensäurederivaten und nimmt nach der BASF (180 000 Jahrestonnen; Weltmarktanteil 40 Prozent) den Platz zwei in der Ameisensäureproduktion ein, mit einem Weltmarktanteil von 20 Prozent. Sowohl Kemira wie auch BASF (in China 2005) planen eine Ausweitung. An dritter Stelle steht BP.

Die Produktionspatente kaufte Kemira um 1980, verbesserte den Prozess wesentlich. Grundlegend funktioniert er nach Pollaris Aussagen zwar bei Kemira und BASF nach dergleichen Reaktion, die Wasser und Kohlenmonoxid aus Rohöl als einfließende Reagentien hat; Methanol läuft in einem Kreisprozess:

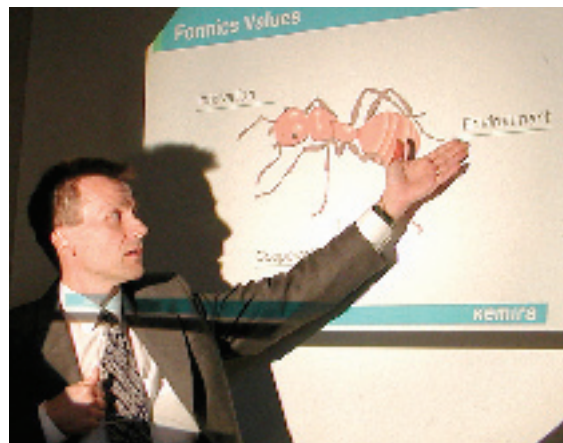


Man verwendet aber wohl andere Reaktions- und Destillationsbe-

dingungen. Seit 1990 entwickelt man Ameisensäurederivate. Sie lassen sich beispielsweise als Additive für Silofutter einsetzen, um den Gärprozess zu optimieren. Aufgrund seiner niedrigen Jahrestemperaturen benötigt Finnland mit seinen etwa fünf Millionen Einwohnern dieselbe Menge Ameisensäure-Siloadditiv wie die USA mit 220 Millionen Einwohner, nämlich 80 000 Tonnen pro Jahr. Pollari berichtet aber auch von neuen Einsatzmöglichkeiten für Ameisensäurederivate, die sich jeweils maßschneidern lassen. Dazu zählt die Verwendung als sicheres Wärmeübertragungsmedium ebenso wie als De-Inking-Chemikalie oder als umweltverträgliche und dennoch bei tiefen Temperaturen arbeitende Hydraulikflüssigkeit.

Kemira wäre aber nicht das jetzige Unternehmen, ginge es nur um Ameisensäure. Vielmehr sind die Hauptprodukte solche für die Wasserbehandlung, Trinkwasser und Abwasser, sowie solche für – einmal wieder – die Papierindustrie (englisch mit pulp and paper bezeichnet). Einen weiteren großen Produktbereich bilden Farben und oberflächenvergütende Mittel. Bei Chemikalien zur Wasserbehandlung ist Finnland Weltmarktführer.

Der Trend bei den Kemira-Chemikalien geht allerdings hin zu den Service-orientierten Chemieanwendungen, weg von den Massenchemikalien. Damit lässt sich wohl ein höherer Profit erzielen, aber

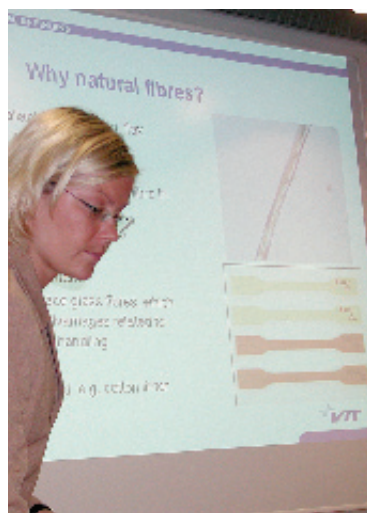


zunächst muss man investieren, in Wissen. Demzufolge beschäftigt Kemira jetzt schon über 600 Wissenschaftler und Techniker, investiert 3,5 Prozent vom Umsatz in Forschung und Entwicklung – und es soll noch mehr werden.

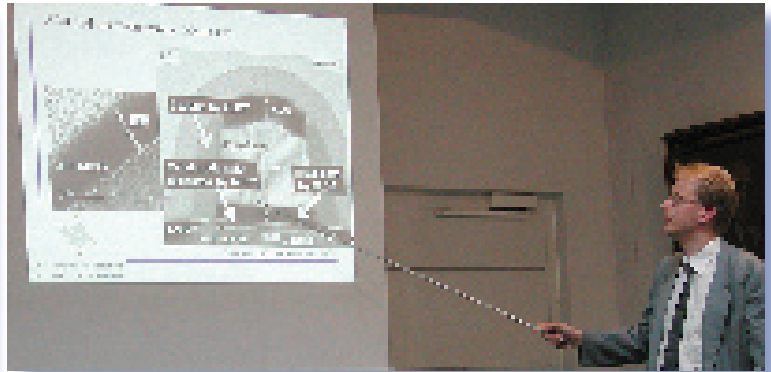
### Technikschmiede VTT

Eine bedeutende Rolle in der Wissenschafts- und Techniklandschaft Finnlands spielt das technische Forschungszentrum von Finnland VTT. Es handelt sich dabei nach eigenen Angaben um die drittgrößte Forschungsorganisation Europas nach Art der Fraunhofer-Gesellschaft FhG. Hat das deutsche Institut 13 000 Mitarbeiter und einen jährlichen Forschungsetat von etwa einer Milliarde Euro, lauten die Zahlen für VTT 3000 Mitarbeiter und 219 Millionen Euro Umsatz. Noch einmal: Finnland hat fünf Millionen Einwohner, Deutschland

Ameisensäure ist umweltverträglich, erläutert Ilkka Pollari. Während die Ameisen seit 100 Millionen Jahren jährlich eine Million Tonnen davon produzieren, beträgt die Weltjahresproduktion der chemischen Industrie weniger als 500 000 Tonnen.



Ganz links: Paula Haapanen befasst sich bei VTT mit bioabbaubaren Materialien. Zwar gebe es Probleme mit Rohstoffpreisen, aber für spezielle Anwendungen wolle eine Firma solche Materialien bald herstellen. Links: Der neue Online-CE-System von VTT.



Oben: Mikko Ritala zeigt Chancen für den Einsatz von ALD (Atomschicht-Deposition) in der Chiptechnik auf.

Links: Markku Räsänen und seine Lieblingsmoleküle: Edelgasverbindungen.

80 Millionen... Die holländische TNO erzielt mit 5000 Mitarbeitern einen Forschungsumsatz von 524 Millionen Euro. Die Niederlande haben 16 Millionen Einwohner.

VTT erhält ein Drittel seines Forschungsetats als Basisfinanzierung vom Staat, zwei Drittel aus Auftragsforschung. Die Forschung der Gesellschaft ist in die Bereiche Elektronik, Informationstechnik, Industrielle Systeme, Prozesse, Biotechnologie sowie Bau und Verkehre untergliedert. Als interessante Entwicklungen im Bereich Chemie und Biotechnik stellt das VTT einen Brauprozess mit von sechs auf zwei Tagen verkürzter Produktionszeit vor, ebenso die Entwicklung intrin-

Wissbegierige Zuhörer findet man in dieser Umgebung oft, selten jedoch Journalisten wie hier: Es ist das Chemie-Trainingslabor für Schüler, das die Kemira betreibt.



sich leitender Polymere, die von einem Startup-Unternehmen bald beispielsweise für antistatische Verpackungen geliefert werden sollen. Eine Neuentwicklung im Bereich der Prozessanalytik ist ein Online-Kapillarelektrophoresesystem. Es lässt sich für Anionen- und Kationanalysezwecke hin auf spezifische Anwendungen konfigurieren.

### Ausbildung im Focus

Ausbildung in Naturwissenschaft und Technik wird in Finnland groß geschrieben. Immerhin: In der Pisa-Studie erschien Finnland bei den verschiedenen Kategorien jeweils auf den Plätzen 1,3 oder 4. Allerdings zeichnen sich auch Probleme ab: „Wo bekommen wir die nächste Generation von Ingenieuren her?“ sorgt sich beispielsweise der Forschungschef von Raisio Chemicals, Kari Nurmi. Die Industrie versucht, Jugendliche an entsprechende Thematiken heranzuführen. Kemira richtete schon 1990 ein Chemie-Trainingslabor ein, in dem pro Jahr bis zu 2500 ältere Schüler chemische Versuche ausführen.

Auch die finnischen Universitäten präsentieren positive und negative Seiten gleichermaßen. So sind sie sehr offen; studieren in Finnland ist kostenlos. Wie die Professoren Markku Räsänen und Mikko Ritala vom Fachbereich Chemie der Universität Helsinki ausführten, hat dies etwa zur Folge, dass es dreimal soviel Bewerber um Studienplätze gibt wie freie Plätze, auch in der Chemie. Man könne sich die Studenten aussuchen. Die

Schattenseite: Von ungefähr 160 Studienanfänger in der Chemie (insgesamt 600 Studenten) verlassen nach kurzer Zeit um die 100 wieder den Fachbereich, um sich die erworbenen Kenntnisse für andere Fächer wie für die Medizin anrechnen zu lassen und dort weiter zu studieren.

Die Universität Helsinki ist mit 37 000 Studenten, 3300 Forschern und Lehrern sowie 3600 anderen Mitarbeitern die größte in Finnland. Sie wurde 1640 in Turku gegründet, zog 1828 nach Helsinki um. Den ersten Lehrstuhl für Chemie gab es schon 1761. Jetzt gibt es im Fachbereich Chemie neben sieben verschiedenen Laboratorien auch eine Einheit zur Ausbildung von Chemielehrern. 2002 erzielten die 290 Mitarbeiter (13 Professoren, 101 unbefristete Mitarbeiter) 215 Veröffentlichungen in begutachteten Fachzeitschriften, verfügten über einen Etat von knapp 8,8 Millionen Euro.

### Stopp den Chemiewaffen

Eine Besonderheit am Fachbereich Chemie der Uni Helsinki ist VERIFIN, the Finnish Institute for the Verification of the Chemical Weapons Convention. Es wurde 1994 gegründet, nach ersten Forschungsprojekten auf diesem Gebiet, die schon 1973 starteten (CW Project). Das unabhängige VERIFIN-Institut arbeitet sowohl mit der UN wie auch mit der OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons), den Haag, zusammen. *Rolf Kickuth*

## Vision: Gasbetriebene Autos, Laptops und Handys

# Energiespender für portable Anwendungen

**W**asserstoff bei Bedarf vor Ort herzustellen, gelingt immer besser. Aber auch die Speicherung und schnelle Wiederaufgabe von Wasserstoff in der jeweiligen Anwendung scheint nun unter Normalbedingungen möglich. Damit ist der Einsatz von Brennstoffzellen zur Energieversorgung zum Beispiel von Autos wirtschaftlicher als bisher. Aber auch Biogasbetriebene Fahrzeuge sollen bald vermehrt auf unseren Straßen fahren.

Erste Fahrzeuge mit Brennstoffzellen und erste Wasserstofftanksstellen gibt es in Kalifornien und Japan. Über Laptops, die man mit Akkus aus Mini-Brennstoffzellen viele Tage lang betreiben kann, wird berichtet. Ein großes Problem dabei ist die Speicherung des Brennstoffes Wasserstoff: Dies geschieht heute bei einem Druck von einigen hundert Bar und bei Temperaturen unter minus 253 Grad Celsius.

### Wasserstoffspeicherung

Eine von Fraunhofer-Forschern und Ambient Recording in München entwickelte Kamera speichert den Wasserstoff unter Normalbedingungen in einem Metallhydrid (Abbildung 1). Der Prototyp des Brennstoffzellensystems für Film- und Fernsehkameras liefert einen Tag lang eine elektrische Dauerleistung von 40 Watt.

Ein Beispiel für nutzbare Metallhydride ist Natriumalanat  $\text{NaAlH}_4$ . Allerdings geschieht die Wasserstoffabgabe so langsam, dass man zum Betanken eines Autos mindestens eine Stunde braucht. Mit am Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) hergestellten Nanopartikeln dauert die Betankung nur noch wenige Minuten. Dazu verwenden die Forscher eine feinpulverisierte Mischung aus Natriumalanat und Titan-Nano-Clustern als Katalysator (Abbildung 2).

Wissenschaftler der Universität Michigan haben jetzt ein metallorganisches Material zur Speicherung größerer Mengen Wasserstoff bei Raumtemperatur und unter Normaldruck optimiert. Die MOFs (metal-organic frameworks) haben Poren, die Wasserstoff binden können. Ein Gramm MOF hat eine Oberfläche so groß wie ein Fußballfeld. Bei Raumtemperatur speichert so ein „Schwamm“ bis zu vier Prozent seines Eigenwichtes an Wasserstoff und gibt ihn auch schnell wieder ab. Diese Menge ist nach Aussagen der Forscher derjenigen vergleichbar, die man mit Kohlenstoff-Nanoröhrchen bisher nur bei sehr niedrigen Temperaturen erreicht hat.

### Wasserstoffproduktion

Eine Alternative zur Wasserstoffspeicherung ist seine Herstellung bei Bedarf vor Ort beispielsweise aus Methanol. Die Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH (IMM) hat Mikroreaktoren entwickelt, um Katalysatoren für die Reformierung zu testen und den erzeugten Wasserstoff von Kohlenmonoxid zu reinigen.

Die Umsetzung von Methanol zu reinem Wasserstoff umfasst eine Abfolge von heterogen katalysierten Prozessen. Mit dem Katalysatorstestgerät des IMM lässt sich die jeweils optimale Katalysatorzusammensetzung finden. Hierzu werden Katalysatorstestmischungen wie  $\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ru/Al}_2\text{O}_3$  oder  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  in dünner Schicht auf bis zu 15 mikrostrukturierten Edelstahl-Plättchen aufgebracht und deren Aktivität im Gasphasen-Mikroreaktor getestet.

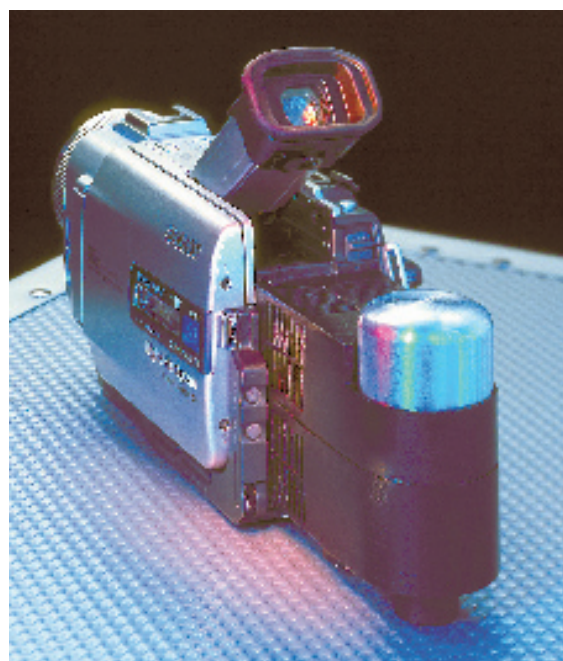
Das  $\text{H}_2/\text{CO}_2$ -Produktgemisch der Methanol-Reformierung enthält zu etwa 0,5 Prozent  $\text{CO}$ . Kohlenmonoxid wirkt als Katalysatorgift, das die Aktivität der Brennstoffzelle herabsetzt, und daher entfernt werden muss. Hierfür entwickelten das IMM und die University

of Technology in Eindhoven einen Mikroreaktor zur selektiven Oxidation von  $\text{CO}$  in Gegenwart von  $\text{H}_2$ . Er besteht aus drei parallelen Gegenstrom-Wärmetauschern, von denen der mittlere mit Katalysator beschichtet ist und  $\text{CO}$  selektiv und unter isothermen Bedingungen zu  $\text{CO}_2$  oxidiert (Abbildung 3).

### Geringer Energieverbrauch

Der „PAC-Car“ ist ein Gemeinschaftsprojekt der ETH Zürich, des Paul Scherrer Instituts in Villigen, Schweiz, und der Universität von Valenciennes, Frankreich. Mit einem umgerechneten Energieverbrauch von einem Liter auf 1700 Kilometer hat PAC-Car den 11. Platz beim Shell Eco-Marathon belegt. Das Siegerfahrzeug hatte umgerechnet einen Treibstoffverbrauch von einem Liter auf 3100 Kilometer. Der PAC-Car verbrauchte für die Strecke 4,0 Gramm Wasserstoff, was in Energieäquivalente umgerechnet 1700 Kilometer pro Liter Benzin bedeutet. Im PAC-Car wird Wasserstoff in einer

Abbildung 1: Der Camcorder wird von einer Brennstoffzelle angetrieben; im Zylinder rechts ist Wasserstoff als Metallhydrid gespeichert (Foto: Fraunhofer ISE).



## Proteine, Gene und Hormone

**Das Genom des Milzbrand-Erregers vollständig entschlüsselt** haben mehrere Forschergruppen unter anderem vom Institute for Genomic Research (TIGR). Sie verglichen das Genom von *Bacillus anthracis* mit demjenigen von *Bacillus cereus* und *Bacillus thuringiensis*. Es zeigte sich, dass von 5000 Genen nur etwa 150 unterschiedlich sind, dass jedoch auch die Plasmide eine wichtige Rolle für die Virulenz spielen.

**Die Struktur der RNA-Polymerase II ist nun aufgeklärt**, verlaublich das Genzentrum der LMU München. Das Enzym spielt eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von genetischen Informationen in Proteine. RNA-Pol II fertigt in allen höheren Organismen Abschriften von Gensequenzen an, die dann aus dem Zellkern in die Zellflüssigkeit transportiert werden, wo die Umsetzung in Proteine erfolgt.

**Ein nachgeahmtes Malaria-Protein auf Virus-ähnlichen Partikeln animiert** das Immunsystem zur Bildung von Antikörpern. Es könnte ein Malaria-Impfstoff sein. Ein Schweizer Forscherteam kombinierte ein Peptidmimetikum mit der Virosomen-Technologie des Vakzinunternehmens Pevion Biotech. Das Immunsystem reagiert auf Virosomen wie auf einen Virenbefall. Immunzellen fusionieren mit den Virosomen und bilden dann Antikörper.

**Eine Genkombination aus drei Organismen kann zur gentechnischen Herstellung** des Antimalariawirkstoffs Artemisinin in *E. coli*-Bakterien führen. Jay D. Keasling von der UC Berkeley kombinierte Gene aus Hefe und einer Wermutpflanze (*Artemisia annua*) mit bakteriellen Genen, um daraus einen neuen Biosyntheseweg zu einer Isoprenoid-Vorstufe des Artemisinins in *E. coli* zu konstruieren. Das in geringen Mengen aus Wermut extrahierbare Artemisinin ist in der traditionellen chinesischen Medizin als wirksames Mittel gegen den Malaria-Parasiten bekannt. Keaslings Technik könnte hier Produktionsengpässe beseitigen.

**Forscher der australischen University of Queensland haben ein Protein entdeckt**, das Baumwollplantagen vor Raupenplagen schützen könnte. Prof. David Craik will außerdem erforschen, ob sich das Protein auch als Hülle für Medikamente eignet, die bislang gespritzt werden müssen. Die Struktur des Proteins ist äußerst beständig und resistent gegen die menschliche Verdauungsenzyme.

**Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Immunbiologie und der Universität Freiburg haben jetzt entdeckt**, dass bei etwa 50 Prozent der Akuten Lymphatischen Leukämien (ALL) ein bestimmtes Protein, das Adapterprotein SLP-65, nicht mehr hergestellt wird. Am Modell der Maus sowie an menschlichen Zellen konnten sie nachweisen, dass der Verlust des SLP-65 zu einem verstärkten Wachstum der weißen Blutzellen und zur Tumorbildung führt.

Abbildung 2: Laboranlage zur Untersuchung der Wasserstoff-Speicher-Eigenschaften von Nanopartikeln (Foto: FZK).



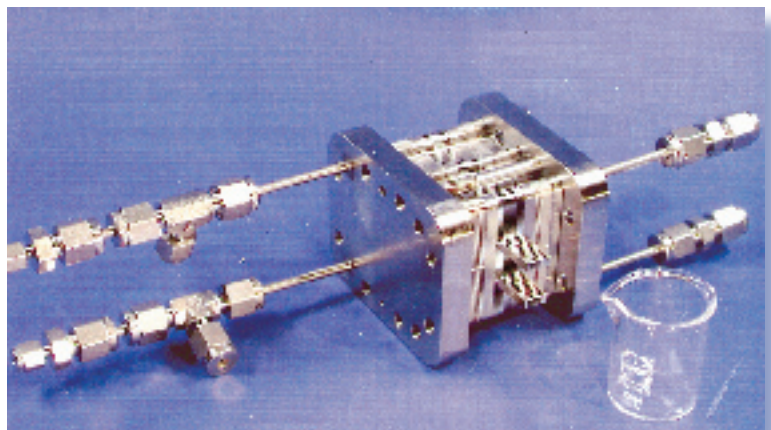
Brennstoffzelle in elektrische Energie umgewandelt. Diese betreibt dann einen Elektromotor. Die Brennstoffzelle besteht aus einem Stapel von 20 Zellen und liefert 400 Watt. Weitere alternative Energien beim Wettbewerb waren Alkohol, Sonnenenergie und Biogas auf Basis von Sonnenblumen.

### Biogas-Rektifikation

Mit einem Tieftemperatur-Gastrennungsverfahren will die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Biogas als Kraftstoff Perspektiven eröffnen. Seit kurzem unterstützt sie ein Projekt der ARGE Biogastankstelle Anklam GbR. Ziel ist der Vertrieb des im Pilotmaßstab gewonnenen Kraftstoffs über die örtliche Erdgastankstelle.

Die Tieftemperatur-Rektifikation ermöglicht es, Biogas in Einzelbestandteile wie Methan, Kohlendioxid und Stickstoff zu zerlegen. Das gewonnene Methan könnte man als erdgasähnlichen Kraftstoff, das Kohlendioxid als Trockeneis verkaufen. Die geplante Pilotanlage kann stündlich 100 Kubikmeter Biogas verarbeiten. Im Vorfeld müssen die Prozesse bei der Trennung des Gases analysiert und die Technologie für Biogas weiterentwickelt werden. Ausserdem muss die Gastrennung sinnvoll an die bestehende Biogasanlage angekopfelt werden. MB

Abbildung 3: Mikroreaktor mit drei parallelen Gegenstrom-Wärmetauschern für die „Vor-Ort“-Herstellung von Wasserstoff aus Methanol (Foto: IMM).



## Workshop im Umweltbundesamt über selektive katalytische Verfahren Umwelt entlasten und Abfall vermeiden

**D**ie chemische Industrie wendet für etwa 90 Prozent ihrer Produkte katalytische Verfahren an. Der Energie- und Ressourcenverbrauch ist geringer, weniger Abfälle entstehen und weniger Schadstoffe gelangen in Luft und Gewässer. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) untersucht das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) welche konkreten Entlastungen sich für die Umwelt ergeben können.

Gerade für Feinchemikalien ist oft eine Reihe von Synthese-, Verarbeitungs- und Reinigungsschritten erforderlich. Das führt dazu, dass die neben dem eigentlichen Produkt anfallende spezifische Abfallmenge bei Feinchemikalien durchschnittlich um den Faktor zehn, bei Pharmaprodukten sogar um den Faktor 20 größer ist als bei herkömmlichen Grundchemikalien.

Um diese Thematik zu diskutieren, fand im UBA ein Workshop

statt. Neben den Auftragnehmern nahmen auch Fachleute aus Industrie und Wissenschaft daran teil. Dabei wurde die Prognose des UBA bestätigt, dass bei den Produktionsverfahren für Feinchemikalien ein signifikantes Umweltentlastungspotenzial vorhanden ist. Dieses kann durch die Förderung selektiver Katalysator-Techniken erschlossen werden. Die Experten empfehlen, Anreize für die schnellere Überleitung neuer Entwicklungen in die Großtechnik zu geben.

## Elektrische Spannung beeinflusst Fließverhalten Fest oder flüssig auf Befehl

**E**lektrofluide verfestigen sich beim Anlegen von elektrischer Spannung oder Magnetfeldern innerhalb von Sekundenbruchteilen. Das macht sie für zahlreiche Anwendungen interessant, wie etwa verschleißarme Bremsen oder haptische Displays. Auf dem Ausstellungsschiff MS Chemie, das vom 9. Juli an aus Anlass des Jahres der Chemie auf dem Rhein unterwegs ist, stellen Fraunhofer-Forscher die smarten Flüssigkeiten vor.

Ein Knopfdruck genügt – und die gerade noch flüssige, milchig weiße Suspension ist fest und zäh wie Gelee. Möglich machen das elektro-rheologische Flüssigkeiten (ERF). „Die Elektrofluide verändern ihr Fließverhalten, wenn Spannung angelegt wird“, erklärt Dr. Holger Böse, Leiter des Bereichs Disperse Systeme am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg. Bekannt ist der Effekt bereits seit mehr als 50 Jahren. Doch erst jetzt steht die Technologie an der Schwelle zur Anwendung.

In einer hochisolierenden Flüssigkeit – wie etwa Silicon- oder Mineralöl – sind Milliarden von

elektrisch polarisierbaren Teilchen gleichmäßig verteilt. In einem elektrischen Feld bilden die Partikel Dipole und verbinden sich zu langen Ketten. Die Flüssigkeit zwischen den Elektroden wird fest. Schaltet man den Strom ab, zerfallen die Partikelketten und die Suspension ist wieder flüssig. Ähnlich funktionieren auch die magnetorheologischen Flüssigkeiten (MRF). Sie enthalten magnetisierbare Partikel. Legt man ein Magnetfeld an, richten sich diese Teilchen aus, wie Eisenspäne zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten.

Die amerikanische Firma Lord bietet erste Produkte an, die mit magnetorheologischen Flüssigkeiten arbeiten. Sie dämpfen Fahrersitze in Lastwagen oder dienen als Bremsen in Fitnessgeräten. Seit vorigem Jahr setzt General Motors sie in Stoßdämpfern von Autos ein. In Deutschland arbeitet das ISC mit Partnern an einem adaptiven Motorlager, das den Fahrkomfort mithilfe von MRF erhöht.

Damit sind die Einsatzmöglichkeiten der magneto- und elektro-rheologischen Flüssigkeiten bei weitem noch nicht erschöpft. Der Vorteil: Sie sind elektrisch steuer-

bar und stufenlos zu verstellen. Neue Möglichkeiten eröffnen die Flüssigkeiten auch in der Virtualen Realität. Sie können computer-generierte Welten fühlbar machen. Der Benutzer erhält dann nicht nur einen visuellen und akustischen Eindruck, sondern kann sogar virtuelle Objekte ertasten.

Wie die smarten Flüssigkeiten funktionieren, zeigen die ISC Forscher auf dem Ausstellungsschiff MS Chemie. Dort stellen sie einen haptischen Drehknopf vor, der mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit arbeitet. Der Benutzer fühlt die unterschiedlichen Positionen des Drehknopfes. Abhängig von der Drehposition schaltet ein Magnetfeld die Flüssigkeit auf fest oder flüssig. So wird der Drehwiderstand zwischen hart und weich verändert. Das ist für Bedienelemente im Auto interessant. Der Autofahrer braucht nicht mehr den Blick von der Straße abwenden, um zum Beispiel die Klimaanlage zu regeln, er fühlt auf welcher Position der Knopf steht.

Informationen zum Ausstellungsschiff sowie den genauen Fahrplan gibt es unter <http://www.ms-chemie.de>.

## Regel für Übergangsniveau von Wasserstoffelektronen entdeckt Linear für alle Materialklassen

**W**issenschaftler des Fritz-Haber-Instituts und des Palo Alto Research Center/USA haben eine universell gültige Regel gefunden. Damit kann man vorhersagen, wie Wasserstoff die Eigenschaften von so unterschiedlichen Systemen wie Halbleitern, Isolatoren und Lösungsmitteln beeinflusst.

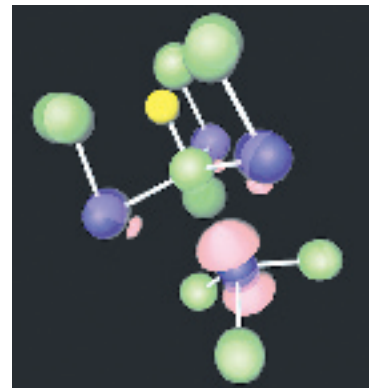
Eine der wichtigsten Eigenschaften von Wasserstoff ist seine Fähigkeit, Elektronen aus einem Material aufnehmen beziehungsweise an das Material abgeben zu können. Dank dieser Eigenschaft wirkt Wasserstoff in vielen Materialien wie ein Schwamm: Er saugt überschüssige Elektronen oder Löcher (fehlende Elektronen) einfach auf. Dieser Effekt wird in der Halbleiterindustrie extensiv genutzt. Beispielsweise bilden sich selbst unter Reinraum-Bedingungen Defekte im Material mit häufig fatalen Folgen für die Effizienz und Lebensdauer von Halbleiterbauelementen. Wasserstoff macht solche Defekte dank seines schwammartigen Charakters unschädlich.

Diese Eigenschaft von Wasserstoff wird jedoch nicht nur in der Halbleiterindustrie genutzt, son-

dern ist einer der fundamentalsten Prozesse in vielen chemischen und biologischen Reaktionen. Beispiele sind Speichersysteme für Wasserstoff, Brennstoffzellen, Katalysatoren, aber auch die Aktivität von Biomolekülen in Lösungen.

Eine Schlüsselgröße, um dieses Verhalten von Wasserstoff zu beschreiben, ist das Übergangsniveau (transition energy): Liegt dieses Energieniveau oberhalb des Elektronenreservoirs (chemischen Potentials) der Umgebung, gibt Wasserstoff Elektronen ab, ist es unterhalb, kann Wasserstoff Elektronen aufnehmen. Um dieses Niveau genau zu bestimmen, waren bisher aufwändige Experimente beziehungsweise umfangreiche Rechnungen erforderlich. Eine einfache Regel, die schnelle und unkomplizierte Vorhersagen erlauben würde, gab es nicht.

Chris G. Van de Walle vom Palo Alto Research Center (PARC) im Silicon Valley (Kalifornien) und Jörg Neugebauer vom Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin haben jetzt Hochleistungscomputer genutzt, um diesem Problem auf den Grund zu gehen. Ihre „ab initio“



Visualisierung der Defektwellenfunktion eines Wasserstoffatoms, welches mit einem Halbleiter (CdTe) wechselwirkt. Wasserstoff (gelb) bindet mit einem Cd-Atom (grün) und bricht dadurch die Bindung zwischen einem Cd und einem Te-Atom (blau). Die transparenten Kugeln markieren die Positionen der Atome im idealen Gitter. Die rosafarbene Fläche zeigt die berechnete Wellenfunktion. Aufbauend auf solchen Rechnungen gelang es, eine universelle Regel für die Ausrichtung der elektronischen Niveaus des Wasserstoffs aufzustellen (Foto: Fritz-Haber-Institut).

Simulationen beruhen auf den grundlegenden physikalischen Gesetzen der Quantenmechanik und sind frei von Anpassungsparametern. Ausgerüstet mit diesem leistungsfähigen theoretischen Werkzeug berechneten sie systematisch die Übergangsniveaus des Wasserstoffs für verschiedenste Materialklassen. Dabei entdeckten sie völlig überraschend, dass diese Niveaus einheitlich ausgerichtet sind: Sie liegen praktisch auf einer Linie. Diese Ausrichtung ist dabei nicht auf einzelne Materialklassen beschränkt, sondern universell: Sie gilt für so verschiedene Systeme wie Halbleiter, Isolatoren oder auch für Flüssigkeiten. Die Regel verbindet damit bisher als getrennt betrachtete Gebiete, wie die Materialforschung und die Biochemie.

### Verfahren zur Altfettalkoholyse

Die Herstellung von biologisch abbaubaren Esterölen bietet alternative Verwertungsmöglichkeiten für Altfette. Esteröle haben gegenüber Schmiermitteln auf Mineralölbasis „ökologische Vorteile“ und sind ihnen auf einigen Feldern auch technologisch überlegen. Der hohe Kosten- und Zeitaufwand bei deren Produktion über konventionelle Verfahrensschritte verhinderte bisher einen größeren Einsatz.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM hat einen „biotechno-

logischen“ Lösungsansatz gefunden. Mit Hilfe von geeigneten Enzym-Kombinationen gelingt es, preisgünstig verfügbare Altfette und höhermolekulare Alkohole in einem einstufigen enzymatisch katalysierten Prozess (Alkoholyse) bei niedrigen Temperaturen mit hohen Umsatzraten in die gewünschten Esteröle umzuwandeln. Projektpartner aus der Fertigungstechnik (TU BS), der Schmiermittelindustrie (Castrol, Greibo) und der Metallverarbeitung (VW) sollen die Überführung der Ergebnisse in die Praxis absichern.

## Kontrolle optischer Komponenten

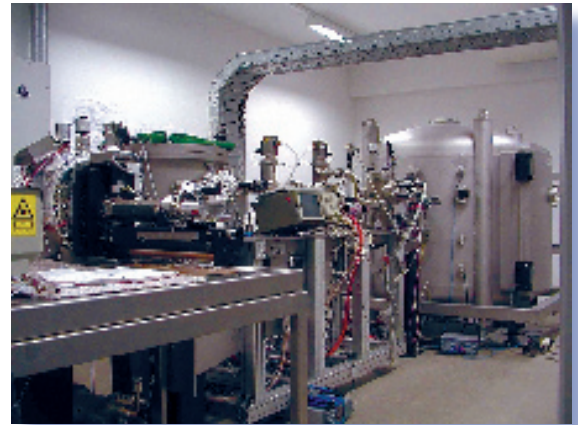
# EUV-Reflektometer

**E**rstmals in Europa wurde ein kompaktes Reflektometer mit der Arbeitswellenlänge im Bereich des Extremen Ultraviolett (EUV) entwickelt und aufgebaut.

Entsprechend den Plänen der Halbleiterindustrie werden die Lithographie-Anlagen der nächsten Generation mit einer Arbeitswellenlänge im Bereich des extremen Ultraviolett bei 13,4 Nanometern arbeiten (EUV-Lithographie), um Strukturbreiten unter 50 Nanometern realisieren zu können. Ein kommerzielles Labor-Gerät, welches unmittelbar neben einer Anlage zur Herstellung von optischen Komponenten bereitstehen könnte, gab es bislang nicht.

Mittlerweile hat das EUV-Reflektometer die erste Erprobungsphase erfolgreich bestanden. „Das europäische Gerät ist mit seiner variablen Wellenlänge von zehn bis 16 Nanometern, einem einstellbaren Einfallswinkel von drei bis 60 Grad sogar noch etwas variabler als vergleichbare Geräte in Japan und den USA“, ergänzt Dr. Ludwig van Loyen, Projektleiter im Fraunhofer IWS.

Das Gerät entstand in einem vom BMBF geförderten Projekt unter Beteiligung des Fraunhofer-Institutes für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden, der Carl Zeiss SMT AG Oberkochen und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Berlin (PTB) sowie dem



Gesamtansicht des EUV-Reflektometers (Foto: Fraunhofer IWS Dresden).

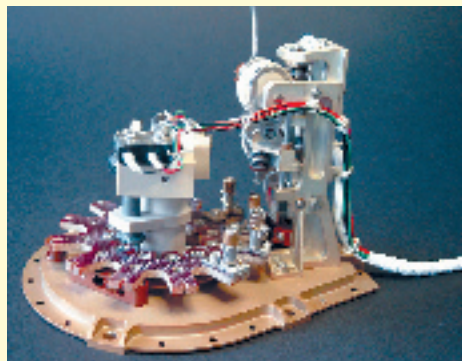
Max-Born-Institut Berlin (MBI), der Bestec GmbH Berlin und der AIS Automation Dresden GmbH. Mit diesem Reflektometer wird eine effektivere Entwicklung von EUV-Optiken möglich; bisher musste man dafür die teure Strahlenquelle Bessy II in Berlin benutzen.

## Superglatte Tiegel zur Waferherstellung

Gemeinsam mit der Wacker-Chemie wird in diesen Tagen von den Clausthaler Wissenschaftlern Prof. Dr. Jürgen Heinrich, Dr. Jens Günster und Sven Engler, ein Patent offengelegt, das einen wesentlichen Prozess der Halbleiterindustrie modernisieren könnte. Hierbei geht es um die Härtung der Innenseiten der Tiegel, in welchen die Materialien für die Waferherstellung erschmolzen werden. Bislang behandelt man die Tiegel in Öfen. „Dabei sind aber minimale Verformungen des Tiegels und Metallverunreinigungen auf den Oberflächen der Innenseite des Tiegels oft nicht zu vermeiden“, beschreibt Heinrich die Motivation zur Entwicklung ihres neuen Verfahrens. „Wir fahren die Innenseite der gesinterten Tiegel unter Vakuum mit einem energiereichen Kohlendioxidlaserstrahl ab. Die Oberfläche des Tiegels schmilzt kurzzeitig auf und härtet glasartig aus. So vermeiden wir die Verformung des Tiegels und dessen Verunreinigung“, sagt Heinrich.

## Untersuchungsmethoden im „Mars-Express“

Bei der ESA-Mission „Mars Express“ fliegt auch „Hardware“ aus dem Max-Planck-Institut für Aeronomie (MPAe) mit – für ein Mikroskop, einen Gasanalysator und ein Instrument zum Nachweis atomarer Teilchen: Aspera-3 (Analyzer for Space Plasmas and Energetic Atoms). Dies ist eine zum Orbiter gehörende Instrumentengruppe. Bei allen genannten Instrumenten sowie bei den beiden Orbiter-Instrumenten Omega (Infrared Mineralogical Mapping Spectrometer) und PFS (Planetary Fourier Spectrometer) wird sich das MPAe an



Das Bauteil SHADS für den Gasanalysator an Bord der Landesonde Beagle 2 mit vier installierten Platinöfen zur thermischen Zersetzung von Boden- und Atmosphärenproben (Foto: MPAe).

der Datenauswertung beteiligen. Die Landesonde „Beagle 2“ trägt unter anderem den Gasanalysator GAP (Gas Analysis Package), für den das MPAe das Bauteil SHADS (Sample Handling And Distribution

System) entwickelt und gefertigt hat. SHADS besteht aus einem Probenkarussell mit zwölf Platinöfen. In den Öfen sollen Boden- oder Atmosphärenproben thermisch zersetzt und die dabei frei werdenden Gase massenspektrometrisch untersucht werden.

Auf dem Roboterarm des Beagle 2 ist auch das miniaturisierte Mössbauer-Spektrometer MIMOS II der Johannes Gutenberg-Universität Mainz montiert. Es passt auf eine Handfläche und soll durch Bodenuntersuchungen Aufschluss über die einstigen Wasservorkommen

geben. Das Gerät wird bei der europäischen Mars-Mission erstmalig bei einer Weltraummission eingesetzt und auch bei der folgenden NASA Mars-Rover-Doppelmission MER mit an Bord sein.

## Sensoren und Biochips

**Amerikanische Mediziner haben eine verblüffende Methode entwickelt**, um gesunde von defekten Spermien zu trennen. Der von den Forschern entwickelte Chip enthält einen feinen Kanal als „Teststrecke“, auf der nur aktiv schwimmende Samenzellen die Spur wechseln können. Auf Chip finden sich zwei feine Einlässe, in die Sperma beziehungsweise eine Salzlösung gepumpt werden. Die Einlasskanäle vereinen sich zu einem langen Kanal, in der die zwei Flüssigkeiten nebeneinander strömen. Nur aktiv schwimmende Spermien können aus dem feinen Spermaström in die Salzlösung übertreten. Der Kanal verzweigt sich schließlich wieder und an zwei Auslässen können die beiden Flüssigkeitsströme – und mit ihnen ihre mehr oder weniger aktive Fracht – aufgefangen werden.

**Eine Gen-Chip Analyse zeigt genetische Muster bei angeborenen Herzfehlern.** Forscher am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in Berlin haben neue Erkenntnisse zur Aufklärung von erblichen Herzleiden beigetragen. Die Wissenschaftler aus der Abteilung von Prof. Hans Lehrach haben eine erste genomweite Studie über die Genexpression bei verschiedenen Erkrankungen des menschlichen Herzens durchgeführt. Ziel war es, auf molekularer Ebene mehr über die biologischen Prozesse zu erfahren, welche entweder zur Fehlbildung des Herzens führen können oder als Anpassung des Herzgewebes auf vorhandene Fehlbildungen entstehen.

**Eine Mikrobezugsselektrode mit Feststoff-Elektrolyt eignet sich für minimal-invasive Diagnostik.** Referenzelektroden sollten in unmittelbarer Nähe der Messelektrode positioniert werden. Mit der Feststoff-Mikrobezugsselektrode der Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH (IMM) gelingt dies auch bei miniaturisierten Systemen. Dünner als ein Haar und unzerbrechlich passt sie problemlos in einen Katheter. Die Mikrobezugsselektrode besteht aus einem 50 Mikrometer dicken Silberdraht beschichtet mit Silberchlorid. Dieser wird von einer in PVC plastifizierten NaCl-Lösung als Bezugsselektrolyt umgeben. Insgesamt ist die zylindrische Sensortippe der Elektrode 0,5 Millimeter lang.

**Mit dem neuen MWG Inflammatory Array** präsentiert die MWG Biotech AG den ersten voll validierten Microarray zu entzündungsrelevanten Genen. Chronische Entzündungen wie die rheumatoide Arthritis, Morbus Crohn, Colitis Ulcerosa und Psoriasis gehören zu den häufigsten Erkrankungen weltweit. Auf molekularer Ebene zeigen Entzündungsprozesse eine stark unterschiedliche Expression (Genaktivität) sehr vieler an der Entzündung beteiligter Gene. Der Array wurde von der Arbeitsgruppe Kracht im Rahmen des Sonderforschungsbereiches „Zytokinrezeptoren und zytokinabhängige Signalwege als therapeutische Zielstrukturen“ an der Medizinischen Hochschule Hannover entwickelt. Er ermöglicht die Analyse der Genexpression von 136 wichtigen Entzündungsgenen sowohl im menschlichen System als auch bei der Maus.

## Chemieingenieure gegen Kopfschmerzen

### Fuselalkohole im Bier

**Der Fuselanteil im Bier schwankt, was auch durch unterschiedliche Herstellungsverfahren bedingt ist. Weizenbiere fallen durch deutlich höhere Konzentrationen auf als Pilsener oder Exportbiere. Obergäriges Bier enthält mehr „Fusel“ als untergäriges. In alkoholfreien Bieren sind nur winzige Spuren enthalten.**

Siegrun Mohring untersuchte am Fachbereich Chemieingenieurwesen der Fachhochschule Münster in Steinfurt die Menge an Fuselalkoholen in 60 unterschiedlichen Biersorten. Die unangenehmen Begleitstoffe entstehen beim Gärprozess und sind in allen alkoholischen Getränken in unterschiedlicher Konzentration enthalten. Im menschlichen Körper werden sie in der Leber zu Giftstoffen abgebaut, die zum Beispiel die Herzleistung beeinflussen und so zu einer Unterversorgung mit Sauerstoff im Gehirn führen.



Prof. Dr. Günter Lieck vom Fachbereich Chemieingenieurwesen betreute Siegrun Mohring während ihrer Untersuchung zu den Fuselalkoholen im Bier (Foto: Fachhochschule Münster).

Bei den untersuchten Sorten schneiden Beck's, Rolinck Pilsener, König Pilsener, Hasseröder Pils und Bitburger Premium Pils besonders gut ab. Eine genaue Übersicht der Ergebnisse ist im Internet unter [www.fh-muenster.de/FB1/Lieck](http://www.fh-muenster.de/FB1/Lieck) abrufbar.

## Positiver Effekt von Bier nicht nachgewiesen

### Forscher testen Rattennieren

**Forscher der Charité in Berlin haben nach dem möglichen Nutzen geringer Mengen alkoholischer Getränke für die Niere am Modell der Ratte gesucht.**

Bei Tieren mit akuter Nierenentzündung änderte sich durch Biergaben nichts, weder zum Besseren noch zum Schlechteren. Die Funktion der Nieren chronisch kranker Tiere verschlechterte sich innerhalb der folgenden 15 Wochen, jedoch nicht stärker als bei chronisch kranken Tieren, denen der Alkoholgenuß verwehrt geblieben war. Nur der Blutdruck war bei den alkoholtrinkenden Tieren geringfügig (aber nicht statistisch

signifikant) niedriger als bei den abstinenten Ratten.

Die Ergebnisse sind für die Forscher überraschend, denn sie hatten mit einem Nutzen des mäßigen Alkoholgehaltes für nierenkranke Tieren gerechnet. Möglicherweise ist der Nutzen an die Art des Alkohols gebunden. Zwar enthält auch Bier starke Antioxidantien in Form der Flavonoide. Aber vielleicht hätte man mit Rotwein Erfolg gehabt. Es bleibt also offen, ob vielleicht der Typ des getrunkenen Alkohols von Bedeutung ist und auch, ob die menschliche Niere im Gegensatz zum Organ der Ratten, nicht doch positiv auf mäßig-regelmäßigen Alkoholgenuß reagiert.



## Studie zur Zufriedenheit mit Akkreditierungsstellen

# Kompetent, aber zu teuer und bürokratisch

In Deutschland sind 17 Akkreditierungsstellen im Deutschen Akkreditierungsrat (DAR) zusammengeschlossen, die teilweise im gesetzlich geregelten, teilweise im privaten Bereich tätig sind. Dagegen nimmt in den meisten anderen europäischen Ländern eine einzige nationale Akkreditierungsstelle die Akkreditierungen vor, die dann für beide Bereiche zuständig ist. Daher stellt der Verein deutscher Prüflaboratorien, Eurolab-Deutschland, die deutschen Ergebnisse, die im Eurolab Bericht nur pauschal und im europäischen Vergleich dargestellt sind, in einem eigenen Bericht detailliert vor.

Einen ersten Überblick über die Zufriedenheit der akkreditierten Stellen mit einzelnen Aspekten des Akkreditierungsverfahrens liefert Abbildung 1. Hier hat man über alle Fragen und Akkreditierungsstellen gemittelt. Das ergibt nur einen Anteil von zehn Prozent negativer Antworten und damit ein auf den ersten Blick recht positives Gesamtbild (Abbildung 2).

Besonders sollte sicherlich hervorgehoben werden, dass die Frage nach der Kompetenz der Begutachter am positivsten beantwortet worden ist, und zwar in Deutschland noch positiver als im europäischen Durchschnitt. Weitere überwiegend positiv beantwortete Fragen bezogen sich auf die Durchführung der Begutachtung durch die Akkreditierungsstelle und die Begutachtung des QM-Systems und der technischen Aspekte.

Daneben gibt es eine Gruppe von Fragen, bei der der Anteil der negativen Antworten im Mittel mit 15 bis 25 Prozent deutlich größer ausfällt. Hierbei handelt es sich um Fragen nach

- der Dauer der Akkreditierungsverfahrens,

- der Ausrichtung des Begutachtungsverfahrens auf fundamentale Qualitätsfragen beziehungsweise bürokratische Einzelheiten,
- der Behandlung von Anträgen zur Erweiterung des Akkreditierungsumfangs,
- dem Beitrag des Begutachtungsberichts zur Verbesserung des Qualitätssystems.

### Deutschland führt bei Akkreditierungskosten

Die durchschnittlichen Kosten der Akkreditierung beziehungsweise Re-Akkreditierung liegen mit 9600 beziehungsweise 6400 Euro deutlich höher als im europäischen Durchschnitt (7900 bzw. 5800 Euro). Die finanzielle Belastung für die Laboratorien, bei denen es sich in der Regel um eher kleine akkreditierte Einheiten handelt, ist auch deshalb bedeutend, weil die externen Akkreditierungskosten nur etwa zehn bis 15 Prozent der Gesamtaufwendungen ausmachen, die für eine Vorbereitung und Durchführung einer Akkreditierung erforderlich sind.

Einer der möglichen positiven Effekte der Akkreditierung wären aus Sicht der Laboratorien Anstöße zur Verbesserung ihrer Qualitätssysteme. Außerdem erhoffen sich die Laboratorien von der Akkreditierung eine gesteigerte Akzeptanz durch den Markt, und zwar sowohl im geregelten Bereich durch die zuständigen Behörden als auch im gesetzlich nicht geregelten Bereich durch die privaten Kunden.

In Deutschland könnte der Nutzen der Akkreditierung zum einen dadurch gesteigert werden, dass Behörden bei der Zulassung von Laboratorien im gesetzlich geregelten Bereich konsequent die Akkreditierung nutzen und die Akkreditierungsstellen des geregelten Bereichs verstärkt mit den privaten Akkreditierungsstellen kooperieren. Zum anderen

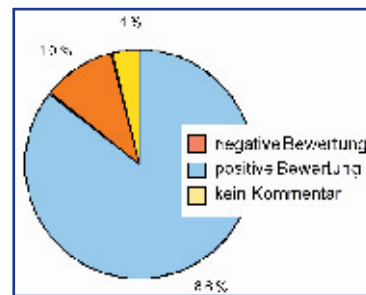
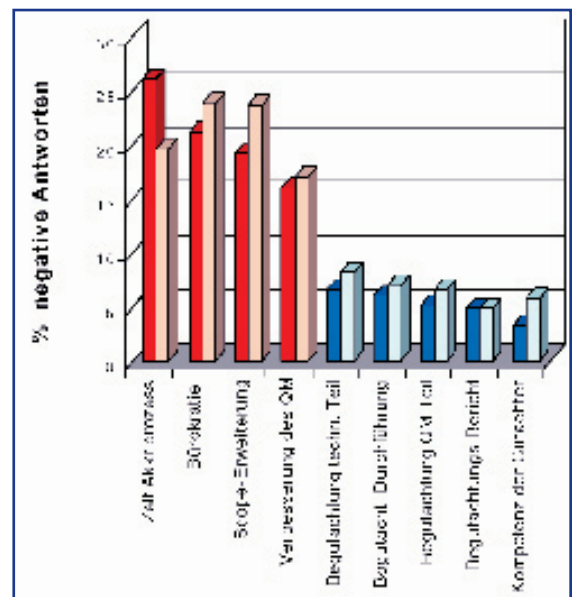


Abbildung 2: Gesamtzufriedenheit der deutschen Laboratorien (Grafiken: Eurolab Deutschland).

sollten effizientere Verfahren bei der Akkreditierung von multidisziplinären und multifunktionalen Organisationen angewendet werden. Dabei sollten bereits vorliegende Akkreditierungen sehr viel stärker herangezogen werden, wenn der Akkreditierungsbereich ausgeweitet werden soll. Das erfordert teilweise innerhalb der Akkreditierungsstellen, teilweise aber auch akkreditierungsstellenübergreifend eine verstärkte Zusammenarbeit. Gerade die deutsche Akkreditierungslandschaft ist nur dann für die Konformitätsbewertungsstellen wirtschaftlich akzeptabel, wenn die einzelnen Akkreditierungsstellen zu einer solchen Zusammenarbeit bereit und in der Lage sind.

Abbildung 1: Zufriedenheit der deutschen (links/dunkel) und europäischen Laboratorien mit den verschiedenen Aspekten.



## Analyse zu Untersuchungsmethoden in der Proteomik

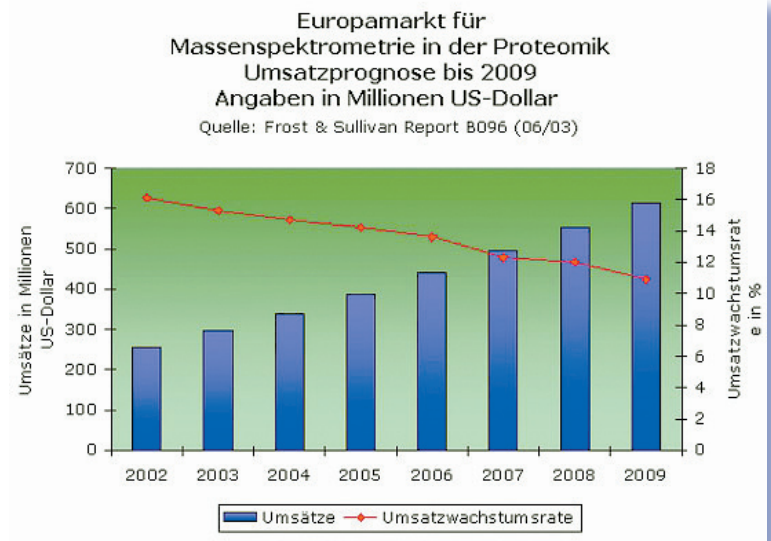
# Wachstum trotz schwieriger Lage

**D**ank des wachsenden Interesses von Biotechnologie- und Pharmaunternehmen an einer strukturbasierten Wirkstoffentwicklung wird laut einer Studie von Frost & Sullivan intensiv an den Technologien der Strukturproteomik und ihrem Einsatz gearbeitet. Die Proteomik bedient sich demnach zurzeit vor allem zweier Schlüsseltechnologien, der 2D-Elektrophorese zur Separierung der Moleküle für die Analyse und der Massenspektrometrie für deren Charakterisierung und Identifizierung.

Nach einer Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan erwirtschafteten die Märkte für Proteinreinigung und Molekularstruktur im Jahr 2002 87,0 Millionen US-Dollar bzw. 151,6 Millionen US-Dollar. Diese Summen sollen auf 221,4 Millionen US-Dollar bzw. 319,9 Millionen US-Dollar im Jahr 2009 anwachsen. Entscheidend für die Proteomik ist ein genaues Verständnis dessen, wie sich kleinere Moleküle zu dem gewünschten Protein verbinden. Dafür liefert die Proteinkristallographie wichtige Erkenntnisse. Noch schnellere Fortschritte in der Strukturproteomik scheitern allerdings bisher an der Schwierigkeit, Proteine von hohem Reinheitsgrad und große Mengen von Kristallen zu erhalten. Auch die hohen Gerätekosten bremsen die Aktivität trotz des Interesses und der Nachfrage in den Labors von Universitäten und Pharmaunternehmen.

### Massenspektrometrie bleibt in der Proteomik unerlässlich

Im Rahmen der biochemischen Proteinanalyse am häufigsten angewendet werden MALDI-TOF-, QTOF-, Ionenfallen- und Elektrospray-Tripel-Quadrupol-Massenspektrometer. Auf diese vier Gerätetypen entfallen nach



einer weiteren Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan rund 80 Prozent des Weltmarktes für Massenspektrometrie in den Biowissenschaften. In Europa wurden im Jahr 2002 mit Massenspektrometern dieser vier Typen im Bereich der Biowissenschaften Umsätze von insgesamt 256,3 Millionen US-Dollar erwirtschaftet. Diese Summe soll bis 2009 jährlich um durchschnittlich 13,3 Prozent wachsen und dann 614,5 Millionen US-Dollar erreichen.

Gebremst wird das Wachstum nach Annabel Entress, Branchenanalytikerin bei Frost & Sullivan, durch die natürliche Alterung des Marktes, die ungünstigen gesamtwirtschaftlichen Aussichten, die jüngsten Ausgabenkürzungen im Pharmabereich, die Unsicherheit bei der öffentlichen und privaten Finanzierung sowie Konsolidierungsprozesse in der Pharmaindustrie.

Allerdings kann sich der Erfolgsdruck auch in langfristigen Investitionen in die Wirkstoffforschung niederschlagen, sodass es letztlich wenig wahrscheinlich ist, dass die Forschungs- und Entwicklungsausgaben zurückgehen. Ebenso dürfte die Tatsache, dass sich bestimmte Massenspektrometer zur Lösung bestimmter Forschungsprobleme

besser eignen als andere, dafür sorgen, dass auch nach Unternehmenszusammenschlüssen der Bedarf für verschiedene Geräte parallel weiter bestehen wird.

Die EU-Erweiterung im nächsten Jahr hat Auswirkungen auf die Verfügbarkeit öffentlicher Mittel. Das Gesamtbudget für öffentliche Forschungsausgaben in der EU dürfte kaum proportional zur Zahl der Forschungslabors wachsen. Einige Labors sehen sich genötigt, Rücklagen zu bilden und Prioritäten zu setzen, um zu gewährleisten, dass die aussichtsreichsten Forschungsbereiche die Einnahmen bringen, mit denen dann zusätzliche interessante Bereiche finanziert werden können.

Unter den technischen Problemen, die das Wachstum behindern, sind vor allem Unzulänglichkeiten der gegenwärtigen Bioinformatik-Software zu nennen, die teilweise nicht in der Lage ist, die bei vielen High-Throughput-Systemen anfallende Datenmenge zu verarbeiten.

Marktführer mit 33 Prozent Marktanteil ist die Waters Corporation. Frost & Sullivan führt den Erfolg von Waters auf sein breites Produktspektrum, die hohe Qualität, das gute Vertriebsnetz und die gepflegten Kundenbeziehungen zurück.

## Analysen-, Bio- und Labortechnik

# 6,5 Prozent Umsatzrückgang

**D**ie Analysen-, Bio- und Labortechnik musste im vergangenen Jahr auf dem Inlandsmarkt Einbrüche von durchschnittlich 6,5 Prozent hinnehmen. Preisbereinigt dürfte das Inlandsgeschäft somit um etwa zehn Prozent gegenüber 2001 zurückgegangen sein. Etwas erfreulicher gestaltete sich nach Erhebungen vom Spectaris Industrieverband im vergangenen Jahr das Auslandsgeschäft mit einem Anstieg von durchschnittlich 2,5 Prozent.

Die deutsche Industrie für Analysen-, Bio- und Labortechnik hat sich international auf anspruchsvolle High-Tech-Produkte in Nischenmärkten konzentriert. Bei einem Jahresumsatz von fast 2,2 Milliarden Euro beträgt die Exportquote rund 60 Prozent. Bezogen auf ausgewählte Markt-

segmente ergibt sich die beste Bewertung in den Bereichen Pharma und Lebensmittel, während auf der anderen Seite die Unternehmen den Bereich der Biotechnologie als rückläufig beurteilen. Auch Aufträge der öffentlichen Hand zeigen rückläufige Tendenz.

Hauptverantwortlich für das etwas verhaltene Exportgeschäft sind rückläufige Umsätze in europäischen Märkten, wobei sich die Region Osteuropa positiver entwickelt hat als Westeuropa. Während Nordamerika vor dem Hintergrund zunehmend rezessiver Erscheinungen erneut zurückfiel, zeigte das Asiengeschäft bei den meisten Unternehmen mit durchschnittlich 14 Prozent erfreuliche Steigerungsraten.

Anlass zur Hoffnung gibt die Auftragsituation gegen Ende des vergangenen Jahres. Im einzelnen ist eine gewisse Konsolidierung

des Europageschäfts zu erkennen, und auch das Asiengeschäft zeigt weiterhin Zuwächse bei der Ordersituation.

In 2003 erwarten immerhin 32 Prozent der befragten Firmen im Inland und 82 Prozent im Ausland steigende Umsätze. Die Steigerungen sollen besonders in Westeuropa aber auch in Nordamerika und vor allem in Asien stattfinden. Zunehmend erschwerend wirkt der Kursverfall des US-Dollars gegenüber dem Euro (25 Prozent in den letzten zwölf Monaten). Dadurch erfahren Laborprodukte made in Germany nochmals eine Verteuerung, und zwar nicht nur auf dem US-Markt, sondern auch in den asiatischen Ländern, wo traditionell in Dollar fakturiert wird. Natürlich steigt mit der Euro-Stärke auch der Importwettbewerb auf den europäischen Märkten.



**Jetzt bestellen: Einbanddecken CLB 2002 (rechts) für je 9 Euro (Preise incl. MWSt., plus Versandkosten)**

**und aus Restbeständen von CLB-Archivsystemen (v.l.): Sammelschuber und Sammelmappen (mit Metallstab-Aufhängung der Hefte) für je 6 Euro (alles ohne Hefte, ohne Bindung; Komplettangebot auf Anfrage).**

**Zudem: Jahres-CD mit PDF-Dateien der Ausgaben CLB 01-2002 bis 12-2002 für 3 Euro).**

**Bestellung bitte per Fax 06223-9707-41 oder per e-Mail an [service@clb.de](mailto:service@clb.de).**



## TERMINE

16. -- 20.07.2003

### Fäden des Lebens –

#### 50 Jahre DNA-Doppelhelix

3. Münchner Wissenschaftstage des  
Verbandes Deutscher Biologen (vdbiol)  
[www.muenchner-wissenschaftstage.de](http://www.muenchner-wissenschaftstage.de)

19.08.2003

### Abfallseminar für Einsteiger

Grundlagenschulung zum Kreislaufwirtschafts-  
und Abfallgesetz und zugehörigem unterge-  
setzlichen Regelwerk vom Umweltinstitut  
Offenbach in Offenbach  
Tel.: 069 810679; [www.umweltinstitut.de](http://www.umweltinstitut.de)

01. -- 02.09.2003

### Auditierung von Softwarelieferanten

Veranstaltung der IIR Deutschland GmbH  
in Frankfurt  
Tel.: 061965 585460; [www.iir-pharma.de](http://www.iir-pharma.de)

15. -- 19.09.2003

### Praktische 2D-NMR-Spektroskopie für technische Mitarbeiter

GDCh-Fortbildungskurs in Leipzig  
Tel.: 0341 9736101

22. -- 23.09.2003

### Projektleiter und Beauftragter für die biologische Sicherheit

Kurs zum Erwerb der Sachkunde nach der  
Gentechnik-Sicherheitsverordnung im Fortbil-  
dungszentrum für Technik und Umwelt des  
Forschungszentrums Karlsruhe in Eggenstein-  
Leopoldshafen  
Tel.: 07247 824045; <http://fortbildung.fzk.de>

25.09.2003

### Qualitätsmanagement im Labor

Seminar von Appl-System in Berlin  
Tel.: 08152 6754; [www.appl-system.de](http://www.appl-system.de)  
25.09.2003

07. -- 08.10.2003

### Elektrisch leitfähige Kunststoffe

Veranstaltung des Otti Technik-Kolleg  
in Regensburg  
Tel.: 0941 2968820; [www.otti.de](http://www.otti.de)

06. -- 11.10.2003

### GDCh-Jahrestagung und Woche der Chemie

Jahrestagung der Gesellschaft  
Deutscher Chemiker (GDCh) in München  
[www.gdch.de](http://www.gdch.de) und [www.jahr-der-chemie.de](http://www.jahr-der-chemie.de)

## Neue Broschüren UND CDs

**WEITERBILDUNG DURCH HOCHSCHULEN – GEMEINSAME EMPFEHLUNGEN** Der Bedarf an akademischer Weiterbildung ist für Beschäftigte und Unternehmen stetig gewachsen. Deshalb haben die **Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA)** und die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) gemeinsam mit dem Deutschen Industrie- und Handelskammertag (DIHK) einen 10-Punkte-Plan entwickelt, um marktgerechte Weiterbildungsangebote von Hochschulen zu ermöglichen. Die Broschüre steht im Internet zum Download zur Verfügung unter [www.bda-online.de](http://www.bda-online.de).



**FORSCHEN FÜR DIE UMWELT** Von Borkenkäfern, Stadtumbau und sauren Seen erzählt die populärwissenschaftliche Broschüre des **Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle (UFZ)**. Auf 130 Seiten gewähren Wissenschaftler Einblicke in ihre Forschung der letzten beiden Jahre. Die Broschüre kann bestellt werden in der Abteilung Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des UFZ, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig; e-mail: [info@gf.ufz.de](mailto:info@gf.ufz.de); Telefon: 0341/235-2278.



**PHOTONIC NET** Das Kompetenznetz Optische Technologien in Niedersachsen möchte mit einem vierteljährlich erscheinenden Infoletter Einblick in die Aktivitäten des Photonicnet und seiner Partner geben. Den erstmalig erschienenen Infoletter können Sie im Internet unter [www.photonicnet.de/Members/mustermann/Info-Letter/Main-Infoletter](http://www.photonicnet.de/Members/mustermann/Info-Letter/Main-Infoletter) abrufen.



**BILDUNG FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG IN UMWELTZENTREN** Der Projektebericht der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung e.V. (ANU) kann in der UBA-Schriftenreihe UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung kostenlos beim Zentralen Antwortdienst, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin bezogen werden. Die CD-ROM dazu ist kostenlos erhältlich im Internet unter der Adresse [www.umweltbildung.de](http://www.umweltbildung.de).



### STUDIENANGEBOTE DEUTSCHER HOCHSCHULEN

Die Broschüre, die die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) für jedes Semester herausgibt, wurde komplett überarbeitet und lesefreundlicher gestaltet. Ausgewiesen werden Bachelor-/Bakkalaureus- als auch die bisherigen Diplom- und Magisterstudiengänge sowie die Studiengänge, die mit einem Staatsexamen abgeschlossen werden. Die Broschüre wird an zentrale Hochschuleinrichtungen und ausgewählte Schulen kostenlos abgegeben. Sie kann über den W. Bertelsmann Verlag direkt zu einem Preis von 4,90 Euro (zzgl. Versandkosten) je Ausgabe angefordert werden (<http://shop.wbv.de>). Die wichtigsten Informationen sind darüber hinaus auch in der HRK-Hochschuldatenbank im Internet abrufbar: <http://www.hochschulkompass.de>.



## Fließinjektionsanalytik

Seit Januar 2003 bietet Lange nun auch Systeme für die Fließinjektionsanalytik an. Dabei handelt es sich um die FIA-Systeme von Lachat, einem der führenden Unternehmen in der Ionenanalytik. Die FIA-Messtechnik bietet sich überall da an, wo große Probenserien in kürzester Zeit abgearbeitet werden müssen, das ist besonders in großen Wasser- und Umweltlaboratorien der Fall. Daher ist die Integration der Lachat Systeme im breiten Lange Produktportfolio

eine sehr gute Ergänzung für alle Anwender der Laborautomation. Übrigens wurden in den letzten Jahren viele Routineparameter für die FIA genormt, so zum Beispiel für Ammonium in der DIN EN ISO 11732 als Gasdiffusionsverfahren.

Dr. B. Lange GmbH & Co. KG  
40549 Düsseldorf  
Tel 0211 5288 0  
Fax 0211 5288 143  
www.drlange.de

## Leitfähigkeits-Sauerstoffsonde



Das neue Taschengerät Multi 350i von WTW kann alle wichtigen Größe der Wasseranalytik bestimmen: pH, Redox, Sauerstoff, Leitfähigkeit, Widerstand, Salinität, TDS und ISE. Zusammen mit der neuen kombinierten Leitfähigkeits-Sauerstoffsonde ConOx können die Leitfähigkeit und der gelöste Sauerstoff gleichzeitig gemessen werden. Zur exakten Sauerstoffbestimmung wird die Salinität automatisch mitbestimmt. Menügesteuerte Funktionen, GLP-konforme Kalibrierprotokolle und eine RS 232-Schnittstelle runden das Bild des Allrounders ab.

Wissenschaftlich-Technische Werkstätten  
GmbH & Co. KG  
D-82362 Weilheim  
Tel 0881 1830 Fax 0881 183420  
www.wtw.com

## DNA-Präparation

Mit dem Perfectprep BAC 96-Reinigungsset von Eppendorf können 96 individuelle Bac-, Pac-, Fosmid- oder Cosmidklone gleichzeitig isoliert werden.

Mit Hilfe der neuen Eppendorf Trapping-Technologie wird qualitativ hochwertige DNA mit minimaler Scherung beziehungsweise Kontamination durch chromosomale DNA gewonnen. Dies gewährleistet präzise Spektrophotometermessungen und überragende Ergebnisse bei Downstream-Anwendungen wie beispielsweise Sequenzierung, (durchschnittliche Länge der gelesenen Fragment größer 600 Basen), Fingerprinting, Mutagenese und PCR.



Ausgehend von den pelletierten Bakterien können 92 Proben in nur 60 Minuten beziehungsweise 192 Proben in 75 Minuten prozessiert werden, wobei sowohl vakuum- als auch zentrifugenbasierte Verfahren möglich sind. Da die gereinigte DNA weder präzipitiert noch resuspendiert werden muss, kann das Eluat sofort und am gleichen Tag weiter verwendet und analysiert werden.

Eppendorf AG  
22331 Hamburg  
Tel 040 538010  
Fax 040 53801556  
www.eppendorf.com

## Mikrowellen-Systeme für die Laborarbeit

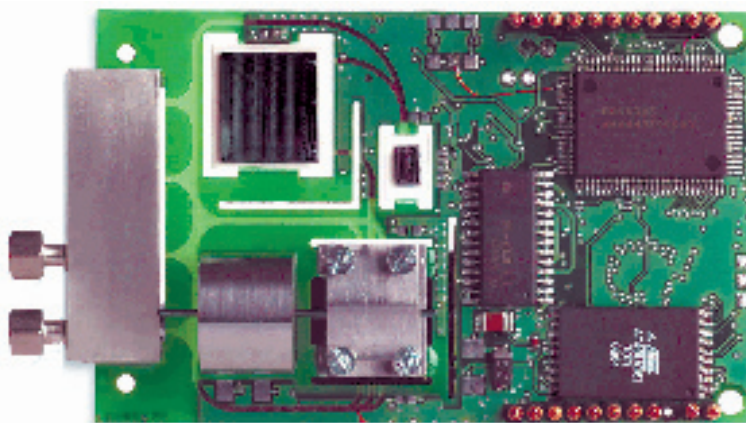
Seit geraumer Zeit werden Lösemittelextraktionen, Probentrocknungen, Synthesen, Proteinhydrolysen, Säureaufschlüsse und weitere präparative Arbeiten in Mikrowellen-Systemen durchgeführt.

Cem stellt mit der Geräteserie Mars Express eine neue Plattform für die mikrowellenbeschleunigte Laborarbeit vor. Die Steuerung der Reaktionsparameter Druck und Temperatur erfolgt in allen Behältern. Außerdem werden die Innentemperaturen sämtlicher Behälter auf dem Computerbildschirm visuell dargestellt.

Die neuartige Sensortechnik kontrolliert direkt die Reaktionskinetik der Aufschlussreaktionen und regelt daraufhin die optimale Mikrowelleneinwirkung. Die Programmierung des Mars 5 Plus erfolgt graphisch per Mausklick.

Bei der Gerätekonzeption wurde ein Höchstmaß an Bedienerkomfort und ein neuer Meilenstein hinsichtlich der Betriebssicherheit gesetzt. Der modulare Aufbau dieser Geräteserie hält Investitionen in einem angepassten Rahmen für die benötigten Arbeitsprozesse, es ist lediglich eine Grundinvestition für den Einstieg notwendig. Für zukünftige Aufgaben kann die Mikrowellen-Arbeitsstation beliebig aufgerüstet werden.

Cem GmbH  
47475 Kamp-Lintfort  
Tel 02842 96 44 24 Fax 02842 96 44 26  
www.cem.de



## Gas-Chromatographie

SLS Micro Technology stellt das weltweit kleinste Mikro-Gas-Chromatographie-Modul vor.

Kernstück des GC-Moduls ist ein nur fingernagelkleiner Chip, mit dem blitzschnell die Zusammensetzung von Gasen analysiert werden kann. Durch diese extreme Miniaturisierung werden Analysen von Emissions- und industriellen Prozesskontrollen nicht nur wesentlich genauer und schneller, die „Größe“ des Moduls steigert gleichzeitig die Mobilität der Messtechnik und senkt die Kosten der Messverfahren.

Dies bedeutet insbesondere für Anwendungen im Betriebs- und Arbeitsschutz einen gewaltigen Entwicklungsschritt. So sind beispielsweise mit dem Gas-Chromatographie-Modul prophylaktische Messungen in Unternehmen möglich. Im Bereich des Facility Managements ist es von enormem Vorteil, wenn eine Brandgefahr frühzeitig – bei geringsten Veränderungen in der Zusammensetzung der Umgebungsluft – entdeckt und bekämpft werden kann. Ein anderes viel versprechendes Einsatzgebiet stellen Serverparks dar: Die Sensibilität der GC-Module reagiert auf geringste chemische Veränderungen und kann so die Betriebsfähigkeit von Unternehmen garantieren.

Zudem können erstmals auch mobile, „handygroße“ Geräte zur Messung von Gasen entwickelt werden, die sich bei Einsätzen von Polizei und Feuerwehr bewähren

werden. Anwendungsgebiete gibt es auch im privaten Bereich, wenn gesundheitsgefährdende Ausdünstungen von Teppichen, Tapeten oder Deckenverschalungen direkt vor Ort nachgewiesen und analysiert werden können.

Keine Zukunftsmusik, sondern schon bald denkbar ist auch, dass Belüftungssysteme und ganze Motoren im PKW-Bereich durch die SLS-Technologie gesteuert werden. Der Chromatograph misst dann die Außenluft beziehungsweise die Abgase und gibt die Ergebnisse an den Bordcomputer weiter.

Mit weniger als 7000 Euro ist der Gas-Chromatograph ein Viertel so teuer wie die bisher eingesetzten Geräte und Methoden.

Die technischen Komponenten umfassen Trennsäule, Injektions-system, Flusssensor, Detektor, Controller Board und Software, die sämtlich in der SLS-eigenen Fertigung konzipiert und hergestellt werden.

SLS Micro-technology GmbH  
21079 Hamburg  
Tel 040 79 01 22 80  
Fax 040 79 01 22 81  
www.sls-micro-technology.de

**CLB-Mediadaten und  
Links zu Firmenseiten:**

**www.clb.de**

## Laser-Mikrodissektionssystem

Das Bio-Dissect 40 ist ein betriebsfertiges Laser-Mikrodissektionssystem von CDS Modules. Im Lieferumfang sind Mikroskop, Computer, Software und Flachbildschirm enthalten. Es ist ohne Sonderinstallation und Schulung sofort gebrauchsfertig und ideal für Pathologie und Histologie-Labors.

Leistungsmerkmale sind eine halbautomatische Laser-Mikrodissektion einzelner Zellen oder Zellbereiche in Gewebeschnitten und eine zielgenaue Bewegungskontrolle für Auswahl und Ausschneiden von Zellen mittels Laser. Zellen werden direkt am Bildschirm bestimmt, markiert und unter Softwarekontrolle mit dem Laser ausgeschnitten. Weiterhin möglich ist das Isolieren kontaminationsfreier einzelner Zellen oder Gewebereiche für diagnostische oder analytische Zwecke und die Mikrodissektion lebender Zellen zur Entnahme oder Gewinnung intrazellulärer Organellen. Es ist keine besondere Technik bei der Herstellung von Gewebeschnitten notwendig.

Laseranalytik Starna GmbH  
D-64311 Pfungstadt  
Tel 06157 15010 Fax 06157 150120  
www.cdsmodules.com



## Pulver-Strömungsmesser

Bei der diesjährigen ACHEMA kündigte Freeman Technology die Einführung des neuen FT4 Pulver-Strömungsmessers am europäischen Markt an. Der FT4 ist eine signifikante Weiterentwicklung des FT3 und das neue Instrument verwendet, wie sein Vorgänger auch, die patentierte Technologie von Freeman zur Lieferung umfassender Daten über die Fließeigenschaften von Pulvern. Es ist das einzige am Markt erhältliche System, das alle für die vollständige und genaue Bestimmung der Pulver-Fließfähigkeit relevanten Kräfte misst. Diese Daten sind in zahlreichen pharmazeutischen und chemischen Industriesektoren, in denen die meisten Prozesse große Mengen Pulver verarbeiten, von großer Bedeutung.

Dank des im FT4 eingebetteten Prozessors hoher Spezifikation wird ein externer PC überflüssig. Das schafft Platz auf dem Arbeitstisch und gewährleistet eine hohe Performance. Da das Instrument in ein Netzwerk eingebunden werden kann, erhalten Benutzer die Möglichkeit des Fernzugriffs auf die Pulverfließfähigkeitsdaten und können Analysen ebenso im Labor durchführen. Ein Universal Bus gestattet die serielle automatisierte Verbindung aller automatisierten Zusatzgeräte.

Zu den Features des FT4 zählen sowohl ein digitales Steuersystem als auch ein neues digitales Datenerfassungssystem für die Messung von Kraft, Drehmoment und Position. Dies sorgt für eine verbesserte Steuerung, einen höheren Geschwindigkeitsbereich und eine wesentlich höhere Empfindlichkeit.

Im Unterschied zu herkömmlichen Methoden, die ein weniger aussagekräftiges Einzelzahlergebnis liefern, basiert der Ansatz von Freeman auf der komplexen Beschaffenheit von Pulvern und auf der Notwendigkeit, die Fließeigenschaften im Verhältnis zu den zahlreichen Schlüsselvariablen wie



Fließgeschwindigkeit, Durchflutung, Verfestigung und Feuchtigkeitsgehalt zu bestimmen.

Reg Freeman, Gründer und CEO von Freeman Technology kommentierte die Lancierung auf der ACHEMA wie folgt: "Die meisten Betriebsunterbrechungen während der pharmazeutischen und chemischen Produktionsprozesse sind auf Probleme mit der Fließfähigkeit von Pulvern zurückzuführen. Unser neuartiger Ansatz an die Charakterisierung von Pulvern trägt bereits jetzt dazu bei, dass Betriebsunterbrechungen in Großunternehmen in aller Welt reduziert werden, da sich die Fließfähigkeit damit quantifizieren lässt, was Ingenieuren Prognosen über das Fließverhalten der Pulver gestattet. Wir freuen uns darauf, einer neuen Kundengruppe diese Vorteile des FT4 vorzustellen."

Freeman Technology  
Malvern, Worcestershire, WR13 6LE, GB  
Tel +44 1684 310860  
Fax +44 1684 310236  
www.freemantech.co.uk

## Pipetten mit Konzept

Das Eppendorf Physio care concept ist der neue Standard für integrierte Liquid-Handling-Systeme und -Arbeitsabläufe. Eine leichte und gesundheitsschonende Pipette ist die Basis. Alle Bewegungs- und Arbeitsprozesse des Pipettiervorgangs, wie die Auswahl der Pipette, das Aufstecken der Spitze, das Ansaugen und Abgeben der Flüssigkeit sowie das Abwerfen der Spitze werden mit einbezogen.

Die neue Research Pipettenfamilie verkörpert dieses Konzept, denn alle relevanten Aspekte rund um das Pipettieren wurden berücksichtigt. Das farbcodierte Pipetten- und Spitzensystem vereinfacht die Zuordnung der passenden epTips-Racks zur jeweiligen Pipette. Auch die Farbe des Pipetten-Bedienknopfes und die Volumenanzeige entsprechen der Farbe des Racks. Das Ergebnis ist eine schnelle und einfache Identifikation, die Vermeidung von Fehlern. Die manuellen Modelle verfügen über eine Volumenanzeige mit Lupeneffekt.

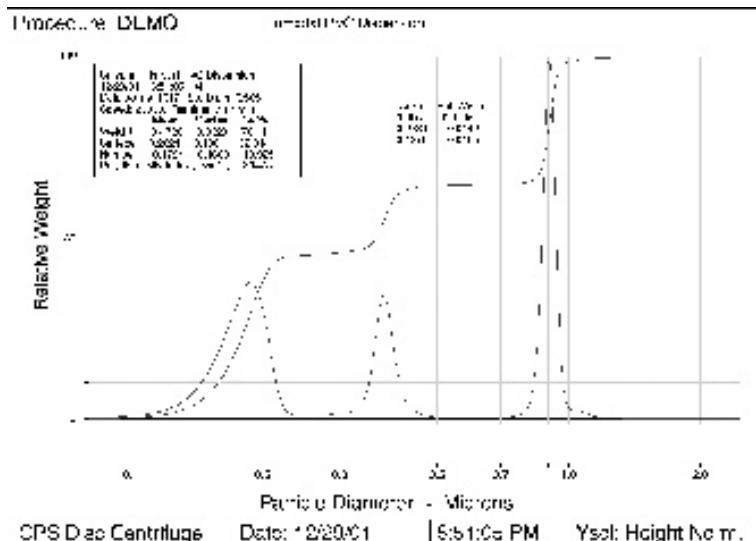
Die ergonomische Griffform sorgt in Verbindung mit der optimal positionierten Handauflage für eine ermüdungsfreie Passform. Bei den manuellen Research-Modellen ist bis zu 50 Prozent weniger Kraftaufwand erforderlich.

Eppendorf AG

22331 Hamburg

Tel 040 538010 Fax 040 53801556

www.eppendorf.com



## Korngrößenbestimmung an Polymerdispersionen

Polymerdispersionen sind stabilisierte Dispersionen von Polymerpartikeln in flüssiger Phase, gewöhnlich Wasser. Im allgemeinen liegen die Korngrößen der Partikel in Polymerdispersionen zwischen 0,03 und sechs Mikrometer. Selbstverständlich gibt es auch einen Anteil mit Partikelgrößen größer oder kleiner.

Polymerdispersionen werden unter anderem in der Herstellung von Farben und Lacken, Klebern, PVC, Latex und lösemittelfreien Beschichtungen eingesetzt.

Die Korngrößenverteilung ist in den meisten Anwendungen von Polymerdispersionen wichtig und die Einhaltung der gewünschten Partikelgrößen ein Qualitätskriterium.

Häufig setzen Anwender auf eine Scheibenzentrifuge von CPS zur Charakterisierung der Polymerlatexprouben. Dabei spielen die ausgezeichnete Auflösung, hohe Empfindlichkeit auch für geringe Teilchenpopulationen, hervorragende Wiederholbarkeit der Messung und nicht zuletzt das gute Preis-Leistungsverhältnis bei der Beschaffung die Hauptrolle.

Im Vergleich zu anderen Messmethoden ist die Auflösung der Scheibenzentrifuge um das Doppelte bis zum Sechsfachen besser, also die Kenngröße wie nah Teilchengrößen beieinander

liegen und trotzdem noch als zwei Populationen wahrgenommen werden können.

Zur Bestätigung der Messgenauigkeit verwenden wir Partikelstandards, die bei besonderen Anforderungen vor jeder Messung oder auch nur einmal täglich zur Kalibrierung gemessen werden.

Im Vergleich zu herkömmlichen Scheibenzentrifugen arbeitet das CPS-System mit bis zu 24000 Umdrehungen pro Minute wesentlich schneller und verkürzt dadurch die Analysezeit auf ein Drittel. Das zahlt sich noch mehr bei breiten Verteilungen aus, bei denen die CPS Technologie etwa eine sechsfache Messgeschwindigkeit bietet.

Die CPS-Scheibenzentrifuge findet in Forschungs- und Entwicklungslabors genauso Verwendung wie in der Routinekontrolle und der Qualitätssicherung. Im ersten Fall schätzen die Kunden eher die hohe Empfindlichkeit und Auflösung, in der Qualitätssicherung zudem die recht einfache Handhabung, die trotzdem wiederholbare, glaubwürdige Ergebnisse bietet.

Die CPS-Scheibenzentrifuge erlaubt übrigens auch die Bestimmung von Polymeren, deren Dichte niedriger als die Dichte von Wasser ist.

L.O.T.-Oriol GmbH & Co. KG

D-64293 Darmstadt

Tel 06151 88060 Fax 06151 896667

www.lot-oriol.com



# 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

**Ilse Beetz**  
Mikroanalytisches Laboratorium  
Postfach 1164, D-96301 Kronach  
Industriestr. 10, D-96317 Kronach  
Tel. 09261 2426, Fax 09261 92376

## 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**  
061 51/88 06-0  
Fax 061 51/89 66 67  
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**  
061 51/88 06-0  
Fax 061 51/89 66 67  
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**  
061 51/88 06-0  
Fax 061 51/89 66 67  
www.LOT-Oriel.com

## 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

## 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 Milli-  
meter 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

hünd Wetzlar GmbH  
Postfach 1100, D-35573 Wetzlar  
Tel. 0431 9241-0  
Telefax 0431 9241-11

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

## 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

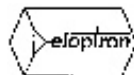


HANNA Instruments  
Deutschland GmbH  
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6  
D-77694 Kehl am Rhein  
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

## PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

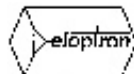
WTW, Weilheim  
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

## 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



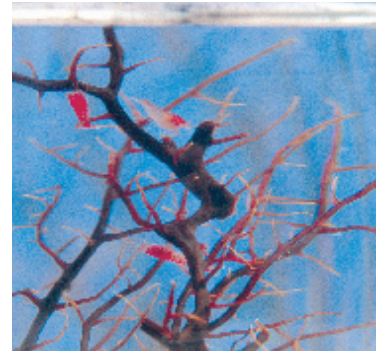
Ges. f. Labortechnik mbH  
Postfach 1152  
D-30927 Burgwedel  
Tel. 05139 9958-0  
Fax 05139 9958-21  
info@GFL.de  
www.GFL.de

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

## Ecosphere: Verschenken Sie eine kleine Welt!



Eine solche Ecosphere gibt es auch als Geschenk für ein neues CLB-Abo! (siehe Rückseite)



Zu Hause, im Büro, im Klassenzimmer, im Wartezimmer: Immer eine Attraktion und ein Anschauungsbeispiel für den Stoffkreislauf des Lebens ist eine Ecosphere. Wie sie funktioniert steht auf Seite 218. Es gibt sie in verschiedenen Formen und Größen – jetzt auch über die CLB. Bitte senden Sie einfach diese Seite ausgefüllt als Kopie oder Fax an uns:

CLB-Leserservice  
Bammentaler Straße 6 - 8  
69251 Gaiberg

**FAX-Hotline: 06223-9707-41**

### Lieferbedingungen:

Jede Ecosphere ist ein Einzelstück und wird mit Sorgfalt hergestellt. Dennoch gewährt der Hersteller Rückgabemöglichkeiten über die Garantie hinaus. Die Lieferzeit beträgt nach Eingang der Bestellung ca. 14 Tage.

**Frachtschäden und fehlerhafte Menge:** Ansprüche müssen innerhalb von 2 Tagen nach Erhalt beim Hersteller geltend gemacht werden.

**Ersatz:** Kleine und mittlere Kugeln und Eier werden bis zu einer Dauer von 6 Monaten nach Kauf mit Ausnahme der Frachtkosten kostenlos ersetzt. Für alle anderen Kugeln gilt eine entsprechende Vereinbarung über den Zeitraum eines Jahres.

**Rückgabe und Kaufpreisvergütung:** Für alle Rücksendungen benötigt der Kunde die Autorisation des Herstellers und eine Rückgabe-Nummer. Es werden 15 % des Kaufpreises und Frachtkosten für zurückgesandte Ecospheres berechnet.

### Hiermit bestelle ich folgende Ecospheres (Preise incl. MWSt., zuzüglich Versand\*):

Modell	Größe	Menge	Einzelpreis in Euro	Gesamtpreis in Euro
Kleine Kugel	10 cm Durchmesser		85	
Kleines Ei	13 cm Höhe		99	
Mittlere Kugel	13 cm Durchmesser		249	
Großes Ei	19 cm Höhe		249	
Große Kugel	16 cm Durchmesser		299	
Extra große Kugel	23 cm Durchmesser		499	

\*Die Versandkosten variieren nach Produkt und Lieferadresse (Inland/Ausland). Für die Produkte „Kleine Kugel / Kleines Ei“ betragen sie im Inland 10 Euro.

### Preis aller bestellten Ecospheres (in Euro, incl. MWSt.):

Ort und Datum

Unterschrift

Lieferadresse: Vorname & Name

Straße

PLZ & Ort

Telefon oder e-Mail

\*Der Auslandspreis verringert sich um die MWSt., wenn eine Ust.-Idnr. aus einem EG-Land ausgewiesen werden kann.

# CLB

**FAX-Hotline: 06223-9707-41**

Für nur 87 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil.

**Top-Angebot: Jetzt gibt es für jedes neue Abonnement eine kleine Ecosphere (Bild hier; siehe auch Umschlagseiten 2 und 3). Sie zahlen dafür nur 10 Euro Versandkosten!**

## Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 87 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.
- JA, ich möchte zusätzlich zu dem Abo für nur 10 Euro Versandkosten (incl. MWSt.) eine 10-cm-Ecosphere-Kugel.

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

**Kostenlos Probehefte anfordern unter  
Fax: 06223-9707-41 oder  
e-Mail: [service@clb.de](mailto:service@clb.de)  
[www.clb.de](http://www.clb.de)**



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

**...diese kleine Welt für jedes neue Abo!  
(zzgl. 10 Euro Versandkosten)**

