

# CLB

CHEMIE IN LABOR UND BIOTECHNIK

10  
2001



BIOTECHNICA

GDCh-Jahrestagung

Mikroskopie

Elektrisch leitfähige Kunststoffe

Goldener Schnitt

## ZUM TITELBILD



### Moderne Traditionen

## Die digitale Mikrofotografie erhält ein neues Gesicht

Mit der digitalen Mikrofotografieeinrichtung DP12 hat Olympus die modernen Techniken und Methoden digitaler Bildaufnahmesysteme mit der Tradition arbeitsplatzorientierter Mikrofotografie erstmals voll in Einklang gebracht.

Die rasante Entwicklung der digitalen Bildaufnahme hat nunmehr ein Qualitätsniveau erreicht, das es erlaubt, diese Technologie mit nachhaltiger Funktionalität und Werterhaltung in einem speziell für die Einsatzbereiche der Mikrofotografie optimierten Aufnahme- und Dokumentationssystem zu produzieren.

Die DP12 bietet dabei den gesamten Umfang an Funktionalität, den man in der Tradition der Mikrofotografie schätzen gelernt hat. Ein übersichtlich organisiertes und intuitiv zu bedienendes Kontrollmodul steuert alle Funktionen des Systems. Für das Tastenfeld haben sich die Entwickler dabei in Design und Funktion an den bewährten klassischen Mikrophotografiesystemen orientiert. Auslösung der Aufnahme und alle Belichtungsparameter werden über großzügig dimensionierte Tasten eingestellt. Im Rahmen der erweiterten Optionen bei der Verwendung digitaler Aufnahmemedien wurde das gewohnte Kontrollfeld um einige Funktionen erweitert. Diese ermöglichen spezielle Abstimmungen des Bildes wie z. B. den Abgleich der Farbtemperatur oder Funktionen wie die Einblendung eines kalibrierten Skalierungsmaßstabs.

Für die Fokussierung des Mikroskopbildes, die Wahl des Bildausschnittes und die spätere Sichtung der aufgenommenen Bilder ist die DP12 mit einem in den Deckel der Bedieneinheit integrierten 8,5 cm Flachbildschirm ausgestattet. Darüber hinaus kann ein handelsüblicher Video-Monitor mittels eines im Lieferumfang enthaltenen Kabels zur Darstellung des Bildes angeschlossen werden.

Auf digitalen Standardspeichermedien (Smart-Media, bis 128 MB) finden bei einer Maximalauflösung von 3,3 Megapixel 55 Bilder Platz. Bei geringerer Bildauflösung steigt diese Zahl darüber hinaus erheblich an. Die Bildauflösung ist je nach Bedarf individuell voreinstellbar.

Digitale Farbdrucker wie der P-200/ P-330NE oder P-400 liefern in Verbindung mit dem System gestochen scharfe Farbbilder bis Format DIN A4. Der Datenaustausch geschieht dabei schnell und unkompliziert über die Smart-Media Karte.

Eine umfassende Einbindung der DP12 in PC- Systeme ist aufgrund der integrierten USB-Schnittstelle gewährleistet. Dadurch werden weitere Vorteile wie die Nutzung digitaler Bildarchivierung und Reporterstellung über Softwareprogramme wie DP-Soft von Olympus optional unterstützt.

OLYMPUS OPTICAL CO. (EUROPA) GMBH  
Produktgruppe Mikroskope  
Wendenstr. 14-18  
20097 Hamburg  
Tel. 040/237730 / Fax: 040/23 08 17  
E-mail: microscopy@olympus-europa.com

## Preis Ausschreiben Ausschnitt aus??

Liebe Leser,

hier sehen Sie einen Ausschnitt aus einem Foto, das in dieser Ausgabe der CLB abgebildet ist. Wenn Sie uns die Seitenzahl des Ursprungsfotos nennen und zusätzlich sagen, welche Information aus dieser CLB Ihnen besonders wichtig war – sei es ein Fachartikel, ein Umschau-Artikel, eine Firmenpräsentation oder eine Produktvorstellung, dann nehmen Sie an der Verlosung von zwei Flaschen eines ausgesuchten Rotweins teil. Er stammt aus Südafrika, ist erdig-schwer, und zufällig trägt er einen Namen, der dem unseres kleinen Verlags mit Ausnahme einer Schreibweisen-Differenz gleicht. Es ist ein Wein, den man auch auf Grund seines Preises nicht jeden Tag trinkt.



Auf welcher Seite befindet sich das Foto, dem dieser Ausschnitt entnommen worden ist?

Einsendungen mit der richtigen Antwort und einem Hinweis auf die interessanteste Information aus dieser CLB nehmen an der Verlosung des Rubicon-Weines (siehe nebenstehendes Bild) teil, wenn sie bis zum Freitag, den **8. November 2001** die Redaktion erreichen (Brief, Fax oder e-Mail; siehe Impressum). Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

**Die Lösung des Preis Ausschreibens** aus der August-Ausgabe der CLB war: Seite 339.

Die Gewinner sind:  
Thomas Friebe, Köln;  
Heinrich Günter, Schoeller & Hoesch GmbH & Co. KG, Gernsbach.

Herzlichen Glückwunsch!

Besonders sachlich, informativ und verständlich fanden die meisten Leser den Artikel über die Biochemie des Gedächtnisses.



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

nach zuletzt 1995 den „grünen Seiten für Biologie“ gibt es auch in diesem Heft eine zusätzliche Farbkodierung (neben dem Gelb des CLB-Memory): Die Sonderberichterstattung über die Biotechnica mit leuchtend roter Markierung (Seiten 377 bis 384, um das CLB-Memory herum). Auch die GDCh-Tagungsberichterstattung hätte eine eigene Farbe bekommen können, und dazu weitere interessante Ereignisse in den vergangenen Wochen – Interkama, K-Vorberichte, Jahrestagung der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft, die Verfahrens- und Kunststoff-orientierten Beiträge der weltgrößten Messe für die Getränkeindustrie – drinktec, und und und... Alles ließ sich von unserer Redaktion nicht tagesaktuell abdecken; wir werden interessante Teilaspekte der entsprechenden Themen in den kommenden Ausgaben darstellen (wie es hinsichtlich der Kunststoffe mit dem Artikel von Hans-Dietrich Martin ab Seite 364 ja schon in dieser Ausgabe geschieht).

Die rote Markierung der Biotechnica-Seiten steht eher als Zeichen für das Gebiet, das besondere Chancen für die Menschen eröffnet, für ein angestammtes Thema der CLB, aber auch für ein besonderes Bemühen unserer Zeitschrift, Berichterstattungen von Ereignissen, die Schwerpunkte der redaktionellen Ausrichtung betreffen, schnell weiterzugeben. Für die Biotechnica bedeutete dies: Tagungsbesuch, Berichterstattung und satztechnische Produktion am ersten Messetag (9. Oktober), Druck am Folgetag und Verfügbarkeit der aktuellen Ausgabe am dritten Messetag. Thematische Anregungen, die wir auf der Messe bekommen haben, finden sich natürlich auch später als Artikel in der CLB.



Die Rahmendaten der diesjährigen Biotechnica sind beeindruckend. Mehr als 1000 Firmen und Institute stellen aus – fast 30 Prozent Zuwachs gegenüber 1999, und erstmals seit Bestehen füllt die Messe zwei Hallen. Sicherlich ist mit diesem Wachstum auch ein Wirtschaftswachstum in den entsprechenden Bereichen verbunden. Um dies richtig zu bewerten, sollte man jedoch an Anmerkungen des GDCh-Vorstandsmitglieds Dr. Wolfgang Gawrisch – im Berufsleben Corporate Vice President der Henkel KGaA – auf der Pressekonferenz auf der GDCh-Jahrestagung denken. Start up-Unternehmen, die ja gerade in der Biotechnologie zahlreich vertreten sind, eröffneten Optionen für neue Märkte und Arbeitsgebiete. Man müsse jedoch vor Euphorien warnen. Die unterstützenden Maßnahmen seien dem Forschungsbedarf und auch der Marktentwicklung entsprechend langfristig angelegt, so Gawrisch.

Nachvollziehen lässt sich dies gut an dem Aufwand, mit dem Proteomforschung betrieben wird (siehe Seiten 377-378). Wohl jede der über 300 000 Proteinspezies im menschlichen Körper hat eine wichtige Funktion, deren Aufklärung Basis für eine Firmengründung sein könnte. Wie sich die vielen möglichen neuen Firmen letztlich organisieren, wer die Entwicklungen bezahlt – man denke an den chronischen Geldmangel der Krankenkassen – kann nur die Zukunft zeigen. Die Chancen müssen jedoch jetzt ergriffen werden. Dazu mag auch die Jobbörse der Biotechnica dienen. Hoffentlich finden sich genügend Interessenten: Die größte Sorge der wissenschaftlichen Gesellschaften – wie es beispielhaft Prof. Erker für die GDCh formulierte (siehe Seite 375) gilt der Motivation des Nachwuchses. Vielleicht hilft dabei ein Blick auf die Mikroskopie (Seiten 380- 383), die es seit fast 500 Jahren gibt, aber gerade heutzutage immer mehr faszinierende Einblicke ins Lebendige ermöglicht.

Ihr

## 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 · Prof. Dr. G. Kreysa, Frankfurt · Priv.  
Doz. Dr. H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg Schwedt, Clausthal-Zel-  
lerfeld · Prof. Dr. G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

### Redaktion:

Rolf Kickuth (verantwortlich; E-Mail: kickuth@clb.de), Susanne Knuth  
Telefon (0 62 23) 97 07 43, Fax (0 62 23) 97 07 41

### Redaktion CLB-Memory:

Reinhold Ellmer, Am Kornfeld 49, 58239 Schwerte  
Telefon (0 23 04) 8 18 54, Fax (0 23 04) 8 32 71

### Ständige Mitarbeiter:

Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Prof. Dr. Erika Krakovská, Kosice;  
Hans Dietrich Martin, Köln; Dr. Ognian Serafimov, Konstanz; Dr. Hans-  
Heinrich Vogt, Alzenau; Jürgen Wagner, Weinheim; Hans-G. Winkler,  
Meyenfeld; Dr. Röbbbe Wünschiers, Uppsala.

### VBTA-Verbandsmitteilungen:

Thomas Wittling, Raiffeisenstraße 41, 86420 Diedorf,  
Telefon (08 21) 3 27-23 30, Fax (0 82 38) 6 04 97

### Anzeigenberatung:

Lutz Krampitz  
Am Schützenhaus 8, 47055 Duisburg  
Telefon (02 03) 73 85-1 64, Fax (02 03) 73 85-1 65  
E-Mail: anzeigen@clb.de

### Abonnementbetreuung:

Natalia Khilian  
CLB, Agentur & Verlag Rubikon  
Bammentaler Straße 6–8  
69251 Gaiberg bei Heidelberg  
Telefon (0 62 23) 97 07 43, Fax (0 62 23) 97 07 41  
E-Mail: service@clb.de

### Layout und Satz:

Agentur & Verlag Rubikon

### Druck:

Printec Offset, Ochshäuser Straße 45, 34123 Kassel

CLB erscheint monatlich.

### Bezugspreise:

CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit der Beilage „CLB-MEMORY“.  
Einzelheft – außerhalb des Abonnements – DM 13,50, im Abonnement  
jährlich DM 138,- zuzüglich Versandkosten; ermäßigter Preis für  
Schüler, Studenten und Auszubildende (nur gegen Vorlage der Be-  
scheinigung) jährlich DM 111,60 zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%  
MwSt. Ausland auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den  
Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr,  
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt.  
Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder des VDC sowie des VBTA er-  
halten CLB zu Sonderkonditionen.

### Anzeigenpreisliste:

Nr. 41 vom 1.3.2001. Bei Nichterscheinen infolge Streiks oder Störung  
durch höhere Gewalt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbil-  
dungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb  
der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung  
des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervi-  
elfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeiche-  
rung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Für die Rückgabe unverlangt eingesandter Buchbesprechungsexem-  
plare kann keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



## EDITORIAL

## AUFSÄTZE

Seite  
364

### Elektrisch leitfähige Kunststoffe Hohe Leitfähigkeit, gute Beständigkeit

*Hans-Dietrich Martin, Köln*

Tief dunkelblau wie Tinte ist die Flüssigkeit, aus der eine elektrisch leitfähige Beschichtung entstehen soll, doch in sehr dünnen Schichten erscheint der Film farblos und durchsichtig. PEDT (= Poly-3,4-Ethylendioxi-thiophen) ist die chemische Bezeichnung für die jüngste Generation von elektrisch leitfähigen Kunststoffen, die vor allem in zwei Punkten Verbesserungen gegenüber früheren Produkten bringt: hohe Leitfähigkeit und gute Langzeitbeständigkeit. CLB sprach mit Dr. Alois Eiling, Marketing Manager für Electronic Chemicals, und Dr. Stephan Kirchmeyer, Forschung und Entwicklung Feinchemikalien bei der Bayer AG, Leverkusen.

Seite  
369

### Der Goldene Schnitt „Bionik-Formel der Harmonie“

*Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau*

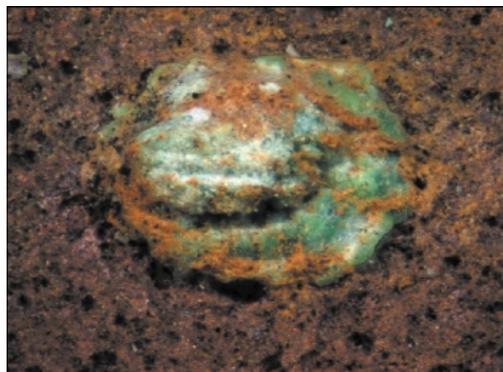
„Wir haben keinerlei andere Bücher, aus denen wir Harmonie lernen können, als die Natur“, schrieb der Florentiner Goldschmied und Bildhauer Benvenuto Cellini (1500–1571). Bereits vor ihm hatte der Mathematikprofessor und Franziskaner Padre Luca Pacioli (1445–1514), Erfinder der doppelten Buchführung, in seiner Schrift „Die Göttliche Proportion“, im Jahre 1509 dargestellt, wie der männliche Körper durch und durch nach dem Goldenen Schnitt gestaltet ist. Den Menschen als Maß aller Dinge stellte bereits Sophokles in seiner Tragödie der Antigone dar, indem er Kreon, den König, sagen lässt: „Vieles Gewaltige lebt, doch nichts ist gewaltiger als der Mensch.“



Blüten mit fünf-  
zähliger Symme-  
trie haben eine  
Beziehung zum  
Goldenen  
Schnitt (Vgl. S.  
369 ff).

## UMSCHAU

- 374 **GDCh-Jahrestagung 2001 in Würzburg: Komplexität beherrschen lernen**
- 380 **Mikroskopie in der Biotechnologie: Herausforderung 3D-Genomkartierung**
- 383 **Mikroskopie in den Materialwissenschaften: Korrosionsforschung für sauberes Trinkwasser – Metallauflösung hochaufgelöst**
- 385 **BIOTECHNICA**



Moderne Mikroskopie hilft, Korrosion in Trinkwasserrohren aufzuklären (Vgl. S. 383)



GDCh-Präsident Erker sorgt sich um den Chemicernachwuchs (Vgl. S. 374 ff).

## RUBRIKEN

- 362 **IMPRESSUM**
- 368 **TERMINE**
- 387 **STELLENMARKT**
- 393 **WIRTSCHAFT**
- 394 **SOFTWARE**
- 395 **LITERATUR**
- 396 **FORSCHUNG UND TECHNIK**
- 397 **NEUE PRODUKTE**
- 399 **BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS**

## CLB-MEMORY

- Kulturmedien für die Mikrobiologie, Teil 1 ..... M 73
- Jufo-Nachrichten ..... M 75
- Thermodynamic Aspects of the Chemistry of the s Block Metals ..... M 76
- Labortipps (11) ..... M 79
- Prüfungsfragen ..... M 79
- Die EN-Werte und ihre Historie, Teil 9 ..... M 80

### Titelbild

Das Titelbild ist eine Anzeige von Olympus (siehe dazu die Beschreibung auf der Umschlagseite 2).

# Hohe Leitfähigkeit, gute Beständigkeit

Hans-Dietrich Martin, Köln

Tief dunkelblau wie Tinte ist die Flüssigkeit, aus der eine elektrisch leitfähige Beschichtung entstehen soll, doch in sehr dünnen Schichten erscheint der Film farblos und durchsichtig. PEDT (= Poly-3,4-Ethylendioxi-thiophen) ist die chemische Bezeichnung für die jüngste Generation von elektrisch leitfähigen Kunststoffen, die vor allem in zwei Punkten Verbesserungen gegenüber früheren Produkten bringt: hohe Leitfähigkeit und gute Langzeitbeständigkeit. CLB sprach mit Dr. Alois Eiling, Marketing Manager für Electronic Chemicals, und Dr. Stephan Kirchmeyer, Forschung und Entwicklung Feinchemikalien bei der Bayer AG, Leverkusen.



Kirchmeyer erläutert das Grundprinzip: „Eine leitfähige organische Struktur setzt eine lange Reihe von konjugierten Doppelbindungen voraus. Diese Doppelbindungen liegen üblicherweise

zwischen Kohlenstoffatomen, und so war es der konsequente Anfang dieser Chemie, ein Polyacetylen als einfachstes Kettenmolekül zu synthetisieren. Ein Polyacetylen besteht aus aneinander gereihten C=C-Doppelbindungen, die als Seitengruppen nur Wasserstoff enthalten. Leider ist dieses einfache Molekül instabil, insbesondere gegen Sauerstoff und auch gegen Umwelteinflüsse, sodass es sich mit der Zeit zersetzt.

Bei der Suche nach Alternativen entwickelte man zyklische Strukturen, indem man an bestimmten Stellen Wasserstoffatome durch Brücken mit Heteroatomen ersetzt. So kam man zu der Klasse der Polypyrrole mit Stickstoffbrücken und zu den schwefelhaltigen Polythiophenen. Polyanilin, das in diesem Zusammenhang ebenfalls untersucht wurde, stellt einen etwas anderen Ansatz dar. Dabei bezieht man nicht nur Kohlenstoff-, sondern auch Stickstoffmoleküle in den Leitfähigkeitsmechanismus mit ein.“ (Abbildung 1).

Die Leitfähigkeit bei Kunststoffen ist anders als bei Metallen nicht intrinsisch, also nicht von vornherein gegeben, sondern muss durch eine Dotierung erst erzeugt werden. Dabei werden freie Ladungsträger auf der Polymerkette erzeugt, und diese erst erlauben es, dass Elektronen oder Löcher sich bewegen können und damit Strom fließt. Kirchmeyer veranschaulicht das so: „Wenn ein Personenzug bis auf den letzten Platz besetzt ist, können an den Haltestellen keine Leute einsteigen. Es muss erst jemand aussteigen, um leere Plätze zu schaffen.“

Das ist auch die Wirkung einer Dotierung: leere Plätze zu schaffen, damit die Möglichkeit besteht, Elektronen hineinzubringen, zu transportieren und an einer anderen Stelle wieder herauszuholen. Man muss also aus dem Kunststoffmolekül Elektronen entfernen. Wir machen das mit einer Oxidation, die ja letztlich eine Entfernung von Elektronen ist. Und so kommt man zu ‚Löchern‘, an denen

Abb. 1: Strukturen verschiedener leitfähiger Kunststoffe

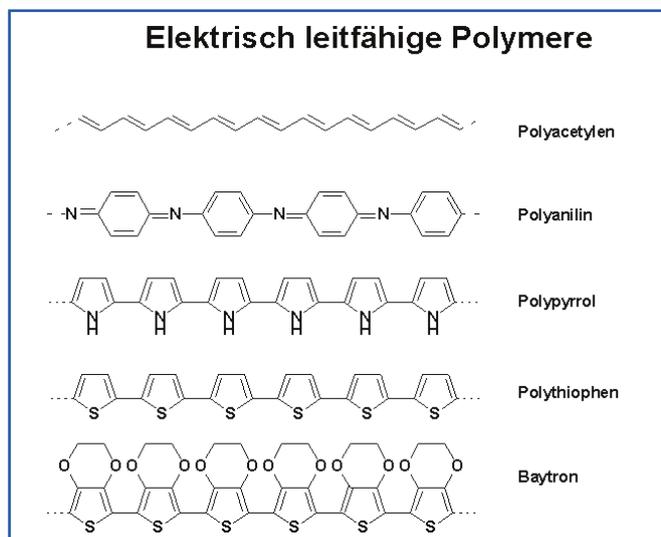
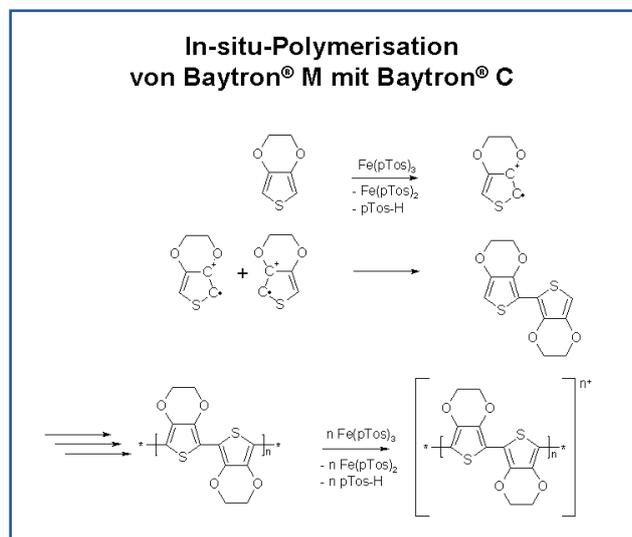


Abb. 2: Synthese von EDT



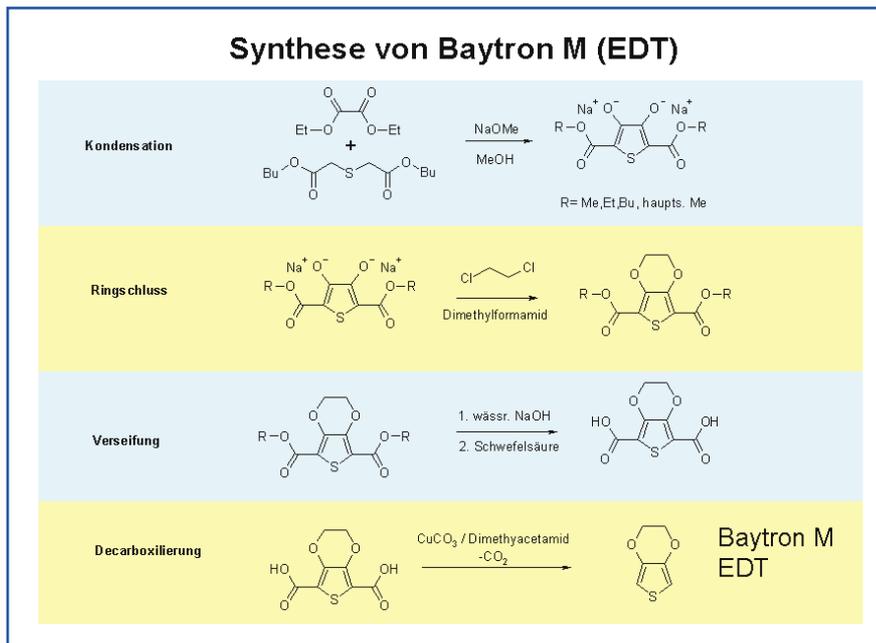


Abb. 3:  
Polyoxidation von EDT zum PEDT

vorher Elektronen saßen, und deshalb spricht man bei einem solchen Molekül nicht von einem Elektronenleiter wie bei Metallen, sondern von einem Lochleiter.“

### Der Weg zum PEDT

„Vater des PEDT“ ist Dr. Friedrich Jonas, Zentrale Forschung bei Bayer. Man hatte sich bei Bayer anfänglich mit Polypyrrolen beschäftigt, fand aber, dass die Eigenschaften dieser Produkte nicht ausreichend sind. Man ist dann übergegangen zu den Thiophenen, auf deren Basis Jonas zum EDT (= 3,4-Ethylendioxythiophen) kam, das in einer fünfstufigen Synthese hergestellt wird (Abbildung 2).

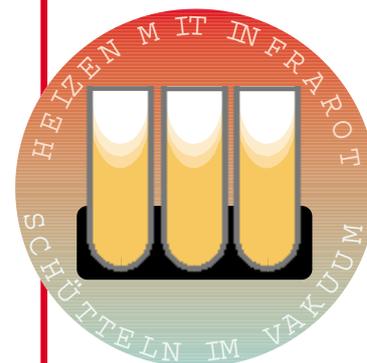
Auf den ersten Blick ist die „Henkelstruktur“ des EDT-Moleküls überraschend. Es war aber bekannt, dass man Sauerstoffatome an diesen Stellen einführen muss, um gute elektronische Eigenschaften zu bekommen. Zum anderen verhindert die Sauerstoffbrücke, dass an diesen Stellen Nebenreaktionen eintreten können. Sie blockiert dieses Molekül gegen oxidativen und radikalischen Angriff, sodass es eines der stabilsten und gleichzeitig leitfähigsten ist, die man in dieser Klasse kennt.

### Polymeraufbau durch Polyoxidation

Aus dem EDT entsteht durch eine Polyoxidation das PEDT (Abbildung 3). Für die Herstellung eines Polymers ist das ein sehr unüblicher Mechanismus. Bei jedem EDT-Molekül muss man die zwei CH-Gruppen neben dem Schwefelatom durch Oxidation in eine C-C-Verknüpfung zwischen jeweils zwei EDT umwandeln. Als Oxidationsmittel dient ein Eisen-III-Salz, das dabei zu Eisen-II reduziert wird. Stöchiometrisch muss man das Oxidationsmittel im Überschuss einsetzen, weil es gleichzeitig als Dotierungsmittel weitere Elektronen aus der Kette entfernen soll, um die Leitfähigkeit zu erzeugen.

Bayer bietet EDT bzw. PEDT in verschiedenen Lieferformen an, als Monomer (Baytron M) in reiner Form und als Mikroemulsion, als eine wässrige Dispersion des fertig polymerisierten Polymers (Baytron P), und zusätzlich ein Oxidationsmittel (Baytron C), welches in Kombination mit dem Monomer direkt zu leitfähigen Schichten verarbeitet werden kann. Feststoffe wie z. B. Granulate sind nicht im Angebot, weil das polymerisierte Material unschmelzbar und damit nicht verarbeitbar ist. Es gibt allerdings Arbeiten an Instituten, in

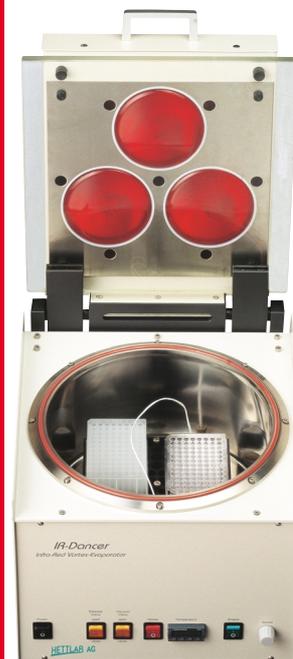
Schneller  
abdampfen,  
nicht länger  
warten...



der Vakuum-  
konzentratoren

## IR-Dancer

lässt Sie  
bis zu 10 mal  
schneller  
sein!



**Hettich**  
ZENTRIFUGEN

Mehr Informationen von:  
Hettich-Zentrifugen  
GmbH & Co. KG  
Gartenstr. 100  
D -78532 Tuttlingen  
Telefon 07461/705 -0  
Fax 07461/705 -125  
www.hettichlab.com  
info@hettichlab.com

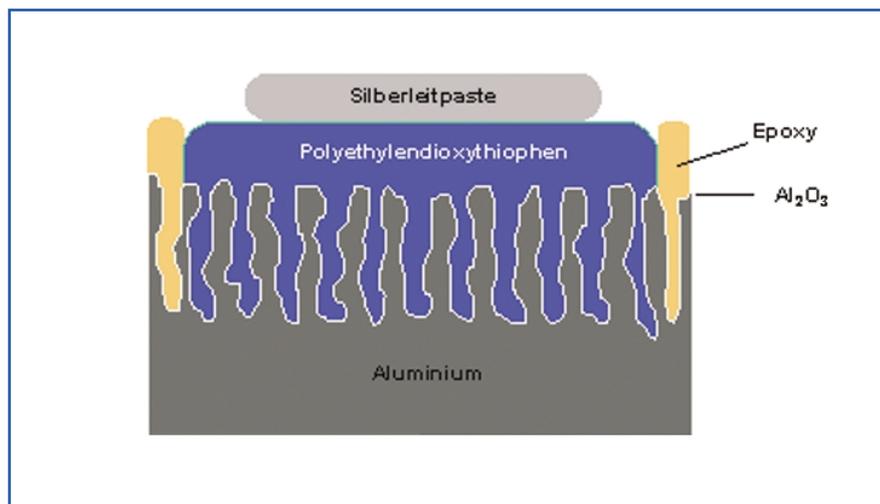


Abb. 4:  
Schema eines Polymerkondensators

terplatte durch Kaliumpermanganat angeätzt und oxidiert. Als Reduktionprodukt bildet sich Braunstein, der in Wasser unlöslich ist und sich an den Stellen ablagert, wo vorher organisches Material aus der Leiterplatte weggeätzt wurde, also in den Bohrungen der Leiterplatte. Dieser Braunstein dient nun bei der nächsten Verfahrensstufe als Oxidationsmittel für die Polymerisation des EDT. In einer weiteren Folge von Bädern wird dann an den Stellen, an denen sich das PEDT gebildet hat, galvanisch ein elektrisch leitfähiger Kupferfilm aufgebracht.

Da es sich bei der Galvanik ausschließlich um wässrige Bäder handelt, war es notwendig, das organische EDT-Molekül in einer wässrigen Phase anzuwenden. Das gelang mit Tensiden, mit denen das EDT sich zu einer Mikroemulsion verteilen lässt. Die Formulierung aus Tensid, Ethylendioxythiophen und Wasser ergibt eine scheinbar klare Lösung, die feinste Monomertröpfchen enthält, die so fein sind, dass sie das Licht nicht mehr brechen.

### ■ Polymerdispersionen

Schon optisch von den wasserklaren, nur leicht gelblichen Monomeremulsionen unterscheiden sich die tiefblau gefärbten, wässrigen Polymerdispersionen. Die Dispersion trocknet auf einem Untergrund physikalisch auf, wobei direkt ein elektrisch leit-

fähiger Film erzeugt wird (Abbildung 5).

Eiling: „Wirklich vielfältig wird es erst bei den Polymerdispersionen. Je nach Einsatzzweck kann man die Leitfähigkeit steuern, die Transparenz einstellen und eventuelle Ionenkonzentrationen steuern. Da gibt es eine Vielzahl an maßgeschneiderten Produkten. Das kann von der simplen Beschichtung von Filmen für Verpackungsfolien bis zu Licht emittierenden Schichten für die neuen organischen, Licht emittierenden Dioden (OLED = Organic-LED und PLED-Technologie = Polymer-LED) gehen, und jedesmal steckt da eine Entwicklung dahinter. Wir wissen nicht in allen Fällen, wie die Kunden unser Produkt einsetzen, da gibt es sehr ausgeklügelte Anwendungen, die der Entwickler natürlich geheim hält.“

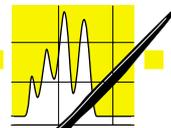
Kirchmeyer berichtet: „Eine der ersten Anwendungen für das PEDT war die Antistatik. Und zwar hat die AGFA damit die Rückseite fotografischer Filme beschichtet, um sie in der Verarbeitung gegen Verblitzung zu schützen. In diesem Prozess störten organische Lösemittel, und außerdem musste vermieden werden, Polymerisationsvorgänge oder andere chemische Reaktionen auf dem Film zu machen. Es musste also eine fertige Formulierung eingesetzt werden, die nur noch physikalisch trocknen durfte, um den antistatischen Film zu bilden.“

Eiling ergänzt: „Der leitfähige Film entsteht allein durch physikalische Trocknung, wobei die Leitfähigkeit im Bereich von etwa  $10^{-7}$  bis zu  $10^2$  S/cm einstellbar ist. Entscheidend für fotografische Filme war, dass das Produkt eine hohe optische Transparenz hat: Es wirkt erst in dicken Schichten wirklich optisch störend, in sehr dünnen Schichten ist es transparent. Bei Filmen liegen die üblichen Schichtdicken im Bereich von 250 Nanometern, also einem Viertel  $\mu\text{m}$ , etwa einem Zehntel der Dicke eines Haares.“ Schmunzelnd fügt er hinzu: „Dicker wäre mir lieber, weil dann die Verkaufsmengen größer wären.“

„In unserem Programm haben wir auch eine Siebdruckpaste“, erzählt Kirchmeyer, „die im Vergleich zu der normalen blauen Dispersion eine höhere Viskosität zeigt, und die man benutzen kann, um relativ einfach Leiterbahnen aufzubringen. Damit machen wir z. B. gedruckte Schaltungen für Tastaturen. Dadurch kann man in einer Positivtechnik Leiterbahnen direkt auf Oberflächen aufbringen, die auch beliebig gekrümmt und unregelmäßig sein können. Wir arbeiten auch an Anwendungen wie organischen Leuchtanzeigen. Solche Dickschichtenanzeigen trifft man bereits in vielen Anwendungen, ohne dass es uns direkt bewusst ist. Sie eignen sich hervorragend für Flüssigkristalldisplays, für deren Hinterleuchtung man eine flache Leuchtquelle braucht. Solche Displays finden sich im Automobil oder auch in Armbanduhr. Es sind flache Folien, zur Ansteuerung braucht man eine hohe Spannung. Sie sind auch außerordentlich unempfindlich. Es gibt Prototypen, die man mit der Schere schneiden und in die richtige Form bringen kann. Das wäre eine aktuelle Anwendung für die Druckpaste.“

### ■ Organische Leuchtdioden

Eiling: „Ein interessantes Arbeitsgebiet haben wir auch bei den organischen Leuchtdioden (OLED = Organic Light Emitting Diodes). Darin sehen wir einen großen Markt für die Zukunft. Das sind Aufbauten von vier oder fünf Schichten übereinander.



## AUFSÄTZE

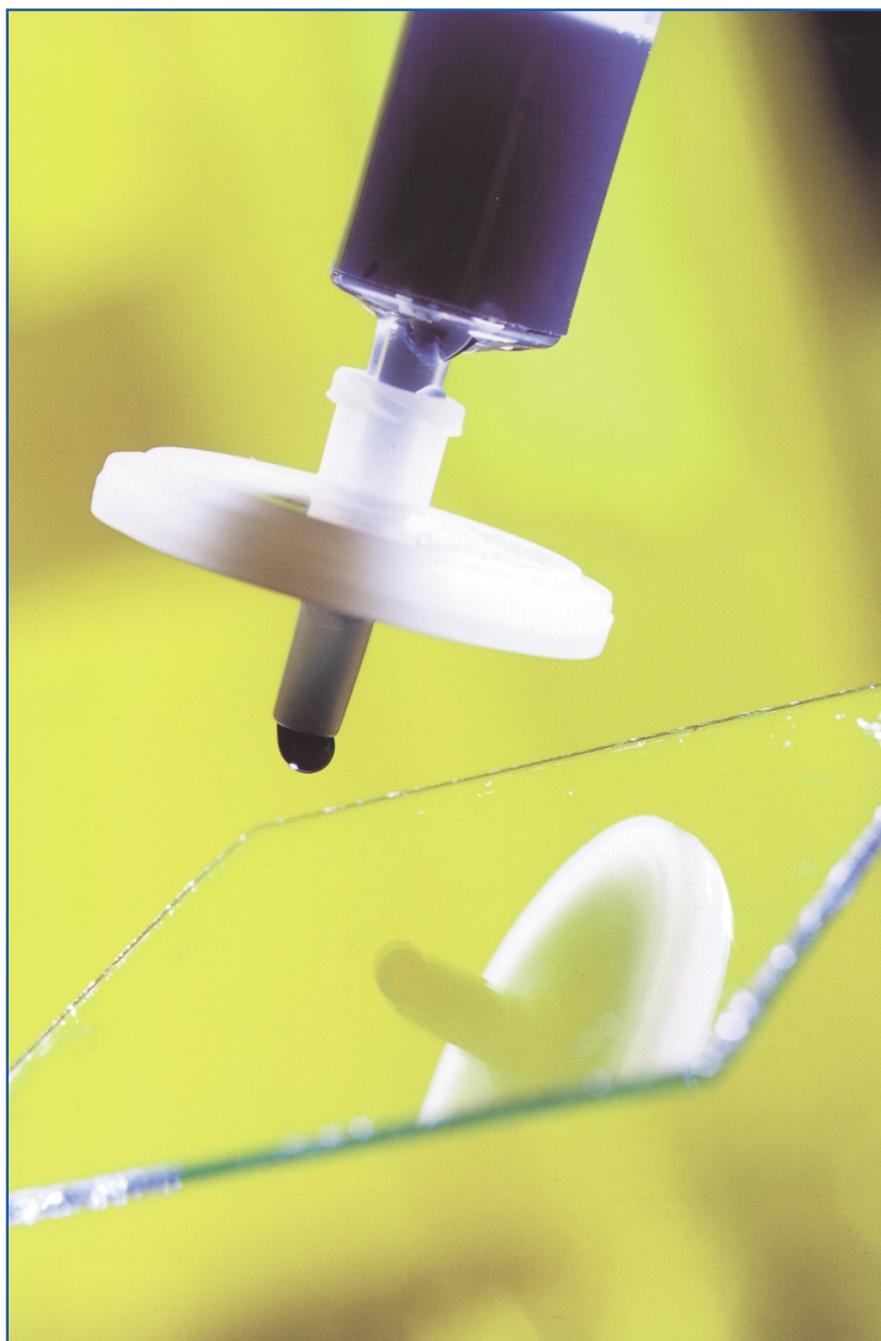
Eine davon sendet das Licht aus, in dieser Schicht treffen sich Elektronen und Löcher, rekombinieren unter Lichtaussendung, und man kann durch Wahl der Moleküle oder der Polymere unterschiedliche Farben erzeugen. Es ist auch möglich, vielfarbige Bilder, also Farbbilder, zu erzeugen.

Ein OLED bzw. PLED (Bild 6) ist ähnlich aufgebaut wie ein Kondensator. Man hat oben und unten eine

Elektrode, die auf der Sichtseite transparent sein muss. Darüber befindet sich eine Schicht Baytron, das dafür sorgt, dass sich Löcher von dieser Seite in die Schicht bewegen. Von der metallischen Seite gehen Elektronen in die Licht emittierende Schicht hinein, in der Löcher und Elektronen ihre Ladungen ausgleichen und dabei Licht aussenden. Unser PEDT steigert die Helligkeit und auch die Lebensdauer von organischen LEDs deutlich.

Abb. 5:

Die blaue PEDT-Dispersion wird hier auf eine Glasplatte aufgetragen. Durch schnelle Drehung der Platte verläuft sie zu einem hauchdünnen Film, der dann glasklar und durchsichtig ist.



Die Lebensdauer steigt auf bis zu 10 000 Anzeigestunden oder mehr. Zum Vergleich: Ein Auto fahren Sie in der Regel 2 000 Stunden, und dann ist es schrottreif. 10 000 Stunden hört sich wenig an, ist aber für diesen Einsatz deutlich ausreichend.“

Bei anorganischen Leuchtdioden werden feine anorganische Kristalle verwendet, die ein punktförmiges Licht aussenden. Dagegen können die flachen organischen Leuchtdioden auch größere leuchtende Flächen erzeugen. Wenn man nicht nur ein Display beleuchten, sondern auf dem Bildschirm Informationen sichtbar machen will, lassen sich diese Leuchtfächen in kleinere Zonen aufteilen, die einzeln angesteuert werden können, sodass man einzelne Segmente zum Leuchten bringen kann. Dann hat man ein Matrixdisplay, wie sie bereits in Autoradios eingesetzt werden.

## Viel versprechende Zukunft

Auf die Frage nach zukünftigen Entwicklungen erzählt Kirchmeyer: „Ich bin mir ziemlich sicher, dass organische Solarzellen und auch organische Transistoren irgendwann auch mit unserem Baytron zu tun haben werden. Der wohl wichtigste Trend geht zu einem billigen Massenproduktionsverfahren für Elektronikchips. Die Siliziumchemie ist teuer. Man würde lieber die Strukturen der Chips einfach durch das Bedrucken von Rollenware aufbauen und dann mit der Schere ausschneiden oder ausstanzen. Damit soll weniger der hochwertige Transistor ersetzt werden, sondern man möchte ‚halbintelligente‘ Produkte auf den Markt bringen, zum Beispiel die Preisauszeichnung auf dem Produkt. Die Vorstellung: Man schiebt seinen Einkaufswagen durch die Kasse, und im gleichen Augenblick werden sämtliche Preise aufad-

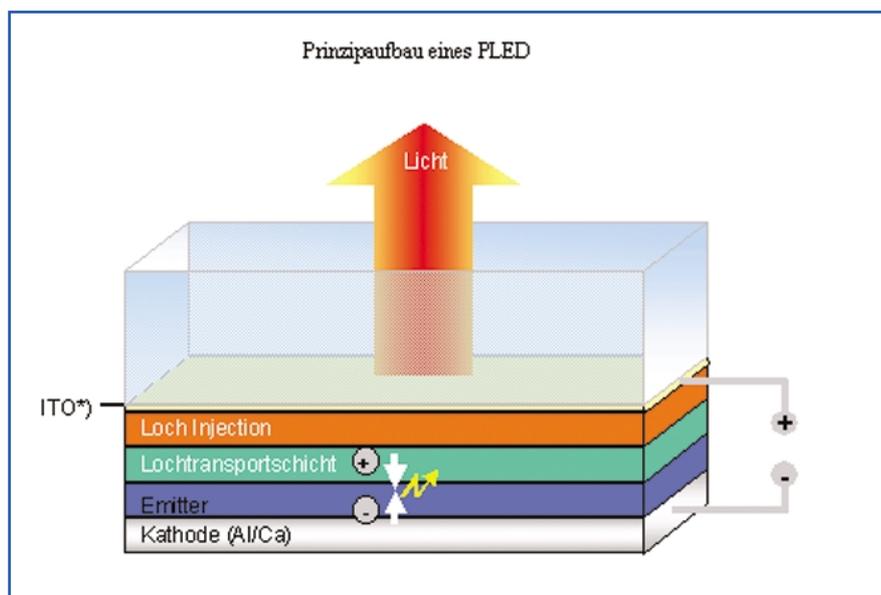


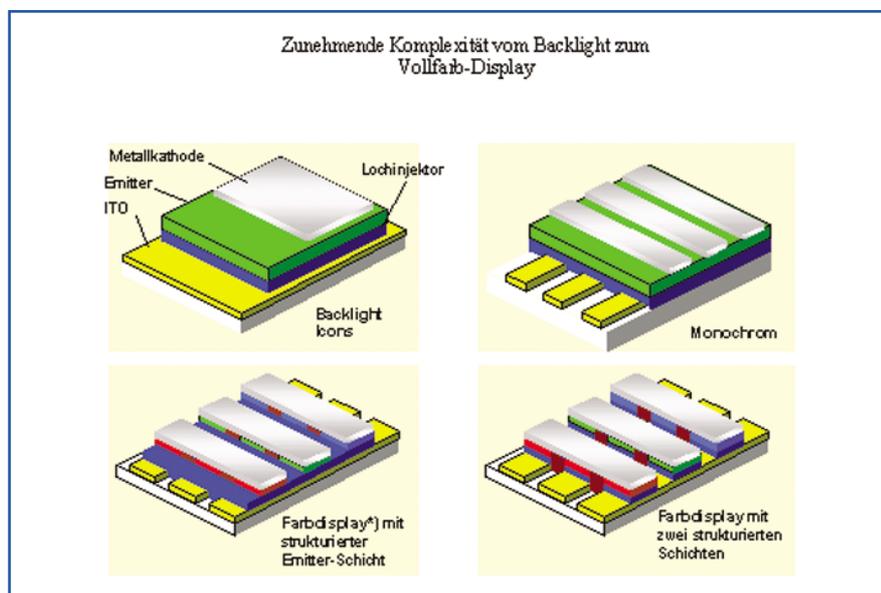
Abb. 6:  
Aufbau eines PLED

diert und das Geld wird womöglich vom Konto abgebucht.

Andere Ideen sind Kleidungsetiketten, auf denen nicht nur Preis gespeichert ist, sondern bei hochwertigen Stücken ein Echtheitsnachweis zum Vermeiden von Markenpiraterie. Weiterhin könnte die Waschmaschine drahtlos ein Signal erhalten, was man dort wäscht und mit welchem Programm sie zu waschen hat. An das Le-

segerät im Medikamentenschrank liefert ein solcher Chip das Verfallsdatum eines Medikaments, man könnte sich solche Chips auf fälschungssicheren Geldscheinen vorstellen – eine Fülle von Möglichkeiten, die allesamt eines voraussetzen: einen extrem kostengünstigen Chip, wie er mit der Siliziumtechnologie nicht hergestellt werden kann. Hier liegt eine Chance für die leitfähigen Polymere.“

Abb. 6:  
Die Anforderungen von PLEDs wachsen mit den Anwendungsfeldern (Alle Bilder: Bayer AG)



## TERMINE

### Gefahrstoffe – Ermittlung und Überwachung:

Seminar. 25. Oktober, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Tel. 07 247/82-4488

### Kompetenz für Existenzgründer: Projektorientiertes Handeln und Kommunikation:

Vertiefungskurs. 26./27. Oktober, Koordinierungsstelle für Wissenschaftliche Weiterbildung, Universität Stuttgart, Tel. 07 11/121-2758

### 10. Kölner Abfalltage:

Tagung. 7./8. November, Kongressbüro Gutke Verlag, Tel. 02 21/93 20 720

### GMP für Pharmazulieferer:

Seminar. 13./14. November, Mannheim. isomer GmbH Saarbrücker Innovations- und Technologiezentrum, Tel. 06 81/97 62 740

### From Genomes to Cures:

Konferenz. 16.-18. November, EMBL/EMBO Conference on Science and Society, Heidelberg Tel. 06 221/387 331

### MEDICA:

33. Internationale Fachmesse und Kongress. 21.-24. November, Düsseldorf Tel. 07 11/765 1454

### K 2001:

15. Internationale Messe Kunststoff + Kautschuk. 25. Oktober - 1. November, Messe Düsseldorf GmbH, Tel. 02 11/4560 01

### Conference on Structural Genomics:

Konferenz. 26. November, DE-HEMA, Frankfurt, Tel. 069/7564-280

# „Bionik-Formel der Harmonie“

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau

„Wir haben keinerlei andere Bücher, aus denen wir Harmonie lernen können, als die Natur“, schrieb der Florentiner Goldschmied und Bildhauer Benvenuto Cellini (1500–1571). Bereits vor ihm hatte der Mathematikprofessor und Franziskaner Padre Luca Pacioli (1445–1514), Erfinder der doppelten Buchführung, in seiner Schrift „Die Göttliche Proportion“, im Jahre 1509 dargestellt, wie der männliche Körper durch und durch nach dem Goldenen Schnitt gestaltet ist. Den Menschen als Maß aller Dinge stellte bereits Sophokles in seiner Tragödie der Antigone dar, indem er Kreon, den König, sagen lässt: „Vieles Gewaltige lebt, doch nichts ist gewaltiger als der Mensch.“

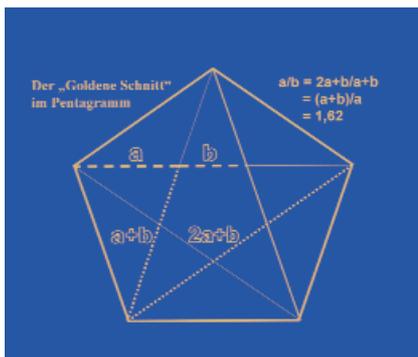


Wenn der Mensch denn als höchste Evolutionsstufe der Natur angesehen wird, lässt sich daraus schließen, dass die Proportionen des Goldenen Schnitts nicht nur als Vollendung optischer Harmonie anzusehen, sondern auch zweckmäßig sind.

„Kathedralen sind als Ebenbild lebender Körper erbaut!“ gab der französische Bildhauer Auguste Rodin (1840–1917) fasziniert von sich.

Abb. 1a, links:  
Der Goldene Schnitt im Pentagramm

Abb. 1b, rechts:  
Unendliche harmonische Teilung im gleichseitigen Fünfeck



Obwohl der Begriff des Goldenen Schnitts erst seit dem 19. Jahrhundert – aus der Bezeichnung des Mathematikprofessors und Astronomen Johannes Kepler (1571–1630) „der göttliche Schnitt“ stammend – üblich ist, beschrieb der alexandrinische Mathematiker Euklid bereits um 300 v. Chr. die geometrische Konstruktion der stetigen harmonischen Teilung.

Die heute gebräuchliche einfache geometrische Konstruktion des Goldenen Schnitts aus einem rechtwinkligen Dreieck verdanken wir Heron aus Alexandrien (etwa 100 v. Chr.).

## Die göttliche Formel zum Goldenen Schnitt

Es waren zunächst die geometrischen Ansätze zur Konstruktion des Goldenen Schnitts, mit denen sich die alten Mathematiker beschäftigten. Später erkannte man den Zauber der Zahlenverhältnisse, die sich exakt nur durch imaginäre Wurzelangaben darstellen lassen.

## Geometrische Konstruktionen des Goldenen Schnitts

Die ersten mathematischen Ableitungen entstammen dem regelmäßigen

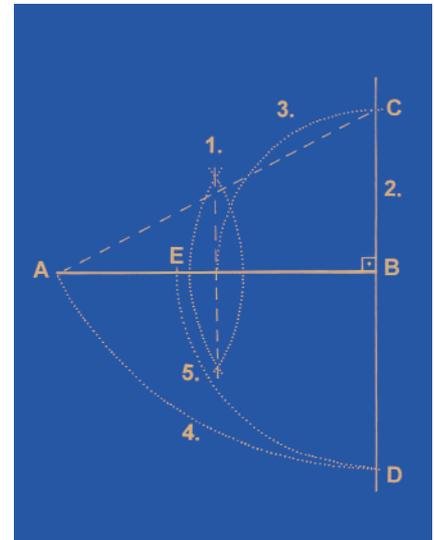


Abb. 2: Konstruktion des Goldenen Schnitts nach Euklid

Fünfeck. Hier verhalten sich die kürzeren Abschnitte zu den längeren wie die längeren Abschnitte zu den Summen aus kürzeren und längeren Abschnitten (Abbildung 1a). Wie Euklid in seinem 2. Buch des 13-bändigen Werkes „Die Elemente“ beschrieb, geht die Erkenntnis der harmonischen Fünfecksteilung durch Winkelvergleich auf Hippasos von Metaponto, Schüler von Pythagoras, zurück (Abbildung 1b).

Die erste geometrische Konstruktion des Goldenen Schnitts einer Strecke kennen wir von Euklid aus dem Jahr 300 v. Chr. Sie ist mit Dreieck und Zirkel in nur fünf Schritten möglich (Abbildung 2):

1. Halbieren der Strecke AB,
2. Anlegen einer rechtwinkligen Geraden in B nach oben,
3. Abzirkeln von  $1/2 AB$  auf dieser Geraden nach oben zu C,
4. Schlagen eines Kreises mit dem Radius CA um C zu D und
5. Schlagen eines Kreises mit dem Radius BD um B zu E.

Der Punkt E teilt die Strecke AB in dem harmonischen Verhältnis des Gol-

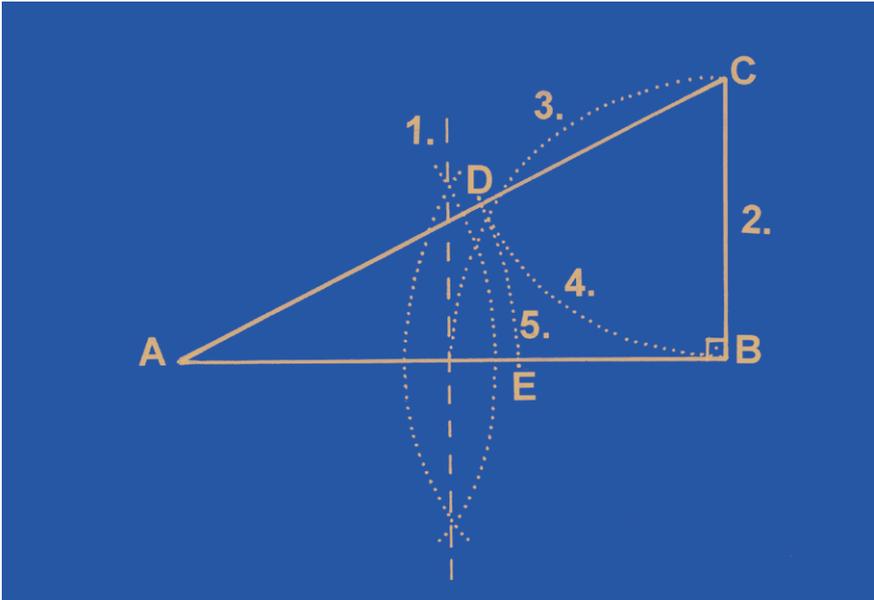
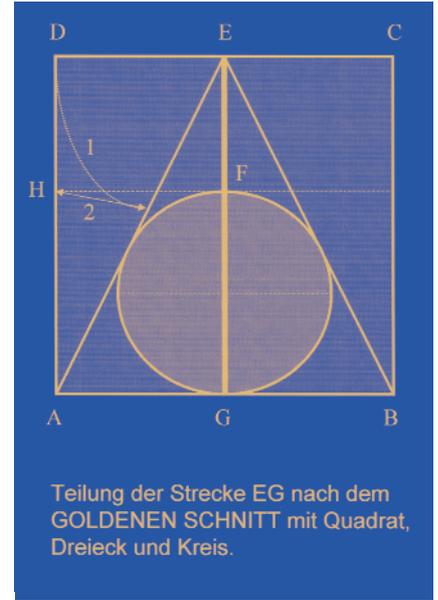


Abb. 3, links: Konstruktion des Goldenen Schnitts nach Heron

Abb. 4, rechts: Konstruktion des Goldenen Schnitts mit Quadrat, Dreieck und Kreis



Teilung der Strecke EG nach dem GOLDENEN SCHNITT mit Quadrat, Dreieck und Kreis.

denen Schnitts.

Gebräuchlich ist heute die geometrische harmonische Teilung nach Heron. Auch sie benötigt fünf Schritte (Abbildung 3).

1. Halbieren der Strecke AB,
2. Setzen einer rechtwinkligen Geraden in B,
3. Abzirkeln von 1/2 AB auf dieser Geraden zu C,
4. Schlagen eines Kreises mit dem Radius CA um C zu D auf der Hypotenuse,
5. Schlagen eines Kreises mit dem Radius AD um A auf die Basis zu E.

Auch bei diesem Vorgehen erhält man eine harmonische Teilung der Basis AB.

Diese Konstruktion ist jedoch platzsparender, da sie innerhalb des rechtwinkligen Hilfsdreiecks über der zu teilenden Strecke bleibt. Der kürzere Streckenabschnitt der harmonischen Teilung liegt auf rechten Seite, während er sich bei der Euklid'schen Methode links befindet. Aus der modernen Heron'schen Methode lässt sich eine weitere Variante von erstaunlicher Geometrie ableiten: In ein Dreieck, bei dem Basis und Höhe gleich sind, teilt der einbeschriebene Kreis die Höhe nach dem Goldenen Schnitt. Der Kreisdurchmesser bildet dabei den längeren Abschnitt (Abbildung 4).

Eine weitere interessante Variante der geometrischen Konstruktion des Goldenen Schnitts stellt der „Herzweg“ dar. Die Proportionen lassen sich aus zwei Kreisen und einer Tangente konstruieren: Die Summe der Durchmesser zweier gleichgroßer Kreise,  $4r$ , und die Tangenten an die Kreise unter einem Winkel von  $45^\circ$  zur Geraden, auf der beide Kreisdurchmesser liegen, ergeben das radiusabhängige Streckenpaar des Goldenen Schnitts,  $4r$  und  $2r + x = 2y$  (Abbildung 5). Den geometrischen Beweis liefert die Dreieckskonstruktion über einem oder der Strecke beider Kreisdurchmesser.

Nicht viel komplizierter gestaltet sich der arithmetische Beweis:

Die Anwendung des Satzes von Pythagoras auf das rechtwinklige Dreieck über einem der Kreisdurchmesser führt zur Beziehung:

$$(2r)^2 + r^2 = (r + y)^2$$

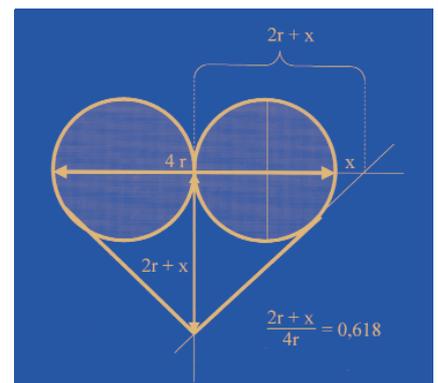
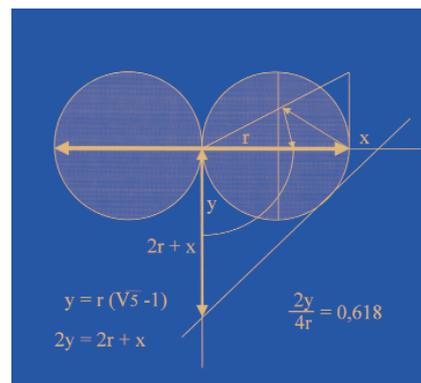
$y$  stellt die um  $r$  verminderte Hypotenuse des beschriebenen Dreiecks dar. Nach  $y$  aufgelöst ergibt sich:

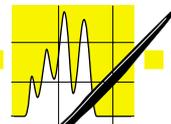
$$y = r(\sqrt{5}-1).$$

$y$  zu einem Kreisdurchmesser oder

Abb. 5, links: Konstruktion des goldenen Dreiecks mit Kreisen und Tangente

Abb. 6, rechts: Vom Goldenen Schnitt zum Herzen





AUFSÄTZE

## Goldener Schnitt am Menschen

	lange Seite = x	kurze Seite = 0,62 x
<b>Gestalt:</b>	Nabel–Fußsohle	Nabel–Scheitel
	Fingerspitze–Scheitel	Fingerspitze–Fußsohle
	Kinn–Nabel	Kinn–Scheitel
	Nabel–Schulter	Nabel–Scham
	Knie–Nabel	Knie–Fußsohle
	Schultergelenk–Hüftgelenk	Schultergelenk–Scheitel
	Hüftgelenk–Fußgelenk	Hüftgelenk–Schultergelenk
	Schulterbreite	Tailenbreite
<b>Kopf:</b>	Kopfhöhe	Kopfbreite
	Augenbreite	Mundbreite
	Augenbrauen–Kinn	Augenbrauen–Scheitel
	Mund–Augenbrauen	Mund–Kinn
	Nasenlänge	Nasenlöcher–Kinn
	Mund–Kinn	Mund–Nasenlöcher
<b>Hand:</b>	Unterarm	Hand
	Mittleres Fingerglied	Fingerspitzenglied
	Unteres Fingerglied	Mittleres Fingerglied

Tab. 1: Goldener Schnitt am Menschen: perfekte Harmonie

2y zu dem doppelten Kreisdurchmesser entspricht dem Verhältnis des Goldenen Schnitts – so die Behauptung:

$$\frac{2y}{4r} = \frac{2r(\sqrt{5}-1)}{4r} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,618$$

Aus den beiden gleichgroßen Kreisen und den 45°-Tangenten zur Geraden der gemeinsamen Durchmesser läßt sich ein sehr gefällig anmutendes Herz konstruieren (Abb. 6). Die Harmonie dieses Herzens nimmt nicht Wunder, die Höhe bis zum

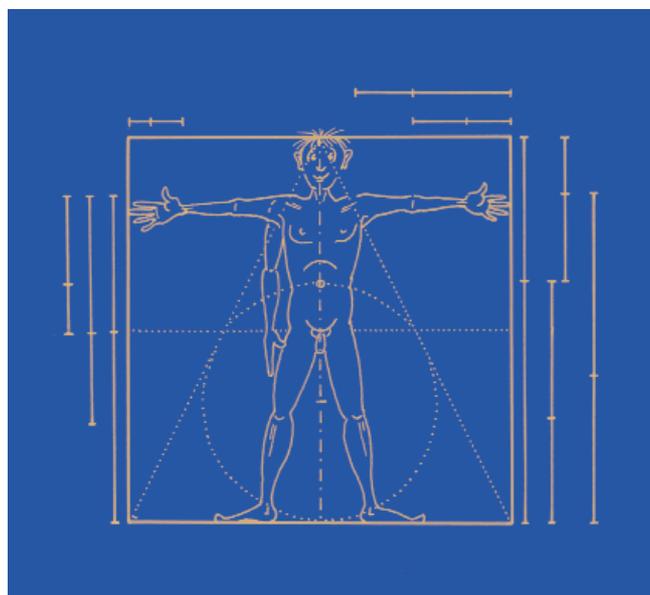


Abb. 7: Der Mensch in den Proportionen des Goldenen Schnitts

Berührungspunkt der Kreise und der Summe beider Kreisdurchmesser entspricht dem Goldenen Schnitt, bei dem die Streckenpaare im Verhältnis 0,618 : 1 oder 1 : 1,618 stehen.

### Der Goldene Schnitt als Zahlenzauber

Die Pythagoräer, die nur mit rationalen Zahlen und Brüchen operieren wollten, stießen bei der mathematischen Darstellung des Goldenen Schnitts an ihre Grenzen.

Zur mathematischen Ableitung des exakten Verhältnisses im Goldenen Schnitt soll das heute übliche, zur geometrischen Konstruktion von Heron eingesetzte Hilfsdreieck dienen:

Dabei ist die Basis AB = 1 und die rechtwinklige Kathete BC = 1/2.

Der Goldene Schnitt teilt die Basis in den längeren Abschnitt AE = x und den kürzeren EB = 1-x. Somit addiert sich die schräge Hypotenuse AC zu x + 1/2.

Bringen wir jetzt an dem rechtwinkligen Dreieck den Satz von Pythagoras zur Anwendung, so ergibt sich:

$$[x + (1-x)]^2 + [1/2]^2 = [x + 1/2]^2 [ 1 ]$$

Nach Ausmultiplizieren der Quadrate erhalten wir zwar eine erschreckend lange Gleichung:

$$x^2 + 2x - 2x^2 + 1 - 2x + x^2 + 1/4 = x^2 + x + 1/4. [ 2 ]$$

Diese verengt sich jedoch durch Additionen und Subtraktionen zu

$$1 = x^2 + x [ 3 ]$$

Zum Erreichen einer binomischen Gleichung erweitern wir beide Seiten der Gleichung mit + 1/4:

$$1 + 1/4 = x^2 + x + 1/4 [ 4 ]$$

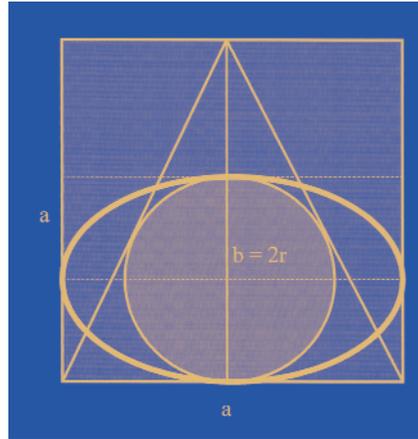
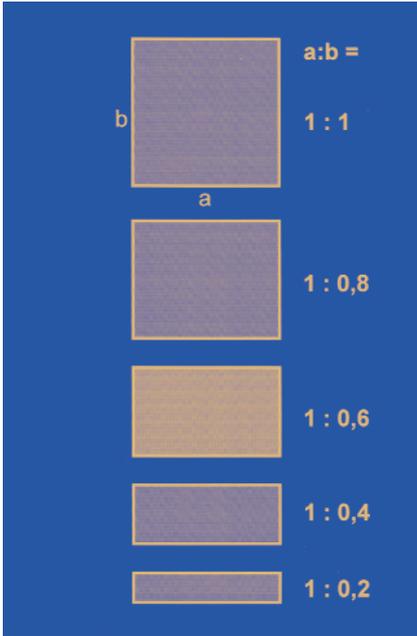


Abb. 8, links: Harmonisches Seitenverhältnis eines Rechtecks  
 Abb. 9, oben: Ellipse im Durchmesser Verhältnis des Goldenen Schnitts

Eine Aufstellung von harmonischen Proportionen am männlichen Körper ist Tabelle 1 zu entnehmen. Funktionsbedingt liegen die Proportionen einer wohlgestalteten Frau statistisch nur näherungsweise im Bereich des Goldenen Schnitts.

In Anlehnung an Luca Pacioli und Albrecht Dürers Darstellungen zeigt Abbildung 7 die Proportionen eines wohlgestalteten Mannes im geteilten Quadrat und der Dreiecks-Kreis-Konstruktion zum Goldenen Schnitt. Die Scham bildet die Mitte des Körpers. Im Nabel teilt sich die Körperlänge im harmonischen Verhältnis des Goldenen Schnitts. Wer bekommt da nicht Ehrfurcht vor der Schöpfung?!

und das ist gleich

$$5/4 = (x + 1/2)^2 \quad [ 5 ]$$

Nach den Ziehen der Wurzel auf beiden Seiten kommen wir zu dem gesuchten Streckenabschnitt des Goldenen Schnitts  $x$  als imaginäre Zahl.

$$1/2 \sqrt{5} = x + 1/2 \quad [ 6 ]$$

$$x = \sqrt{5}/2 - 1 \quad [ 7 ]$$

$$x = 0,618...$$

Das Magische an dieser 61,8 %-Teilung einer Strecke ist, dass die verbleibenden 38,2 % geteilt durch 61,8 % wieder 61,8 % ergeben. Dagegen ist der Quotient aus 100 % und 61,8 % analog 161,8 % oder dezimal:

$$0,382/0,618=0,618$$

$$1/0,618 = 1,618$$

wie auch

$$0,618/0,382 = 1,618$$

Zum Quadrat erhoben ist  $-1,618$  gleich  $2,618$  und  $(0,618)^2$  gleich  $0,382$ , was auch aus Gleichung (3) ableitbar ist.

So faszinierend diese geometrischen und arithmetischen Konstruktionen auch sein mögen, die Natur ist ihnen in ihrer jahrmillionenlangen Evolution gefolgt. Bei der Formel  $x^2 + x = 1$  mit  $x = 0,618$  handelt es sich um eine Weltformel, die in der Natur, vor allem aber beim Menschen, in fast allen seinen Proportionen zu finden ist.

### ■ Proportionen des Menschen

Mit den Verhältnissen des menschlichen Körpers beschäftigten sich alle großen Künstler, wie es letztlich auch ihre Werke zum Ausdruck bringen. Der Franziskaner Pacioli zeigte in seinem Buch „Die Göttliche Proportion“, dass der wohlgestaltete Mensch als Ganzes sowie in seinen Teilproportionen dem Verhältnis des Goldenen Schnitts gehorcht. Umfangreiche statistische Messungen haben das mehrfach bestätigt.

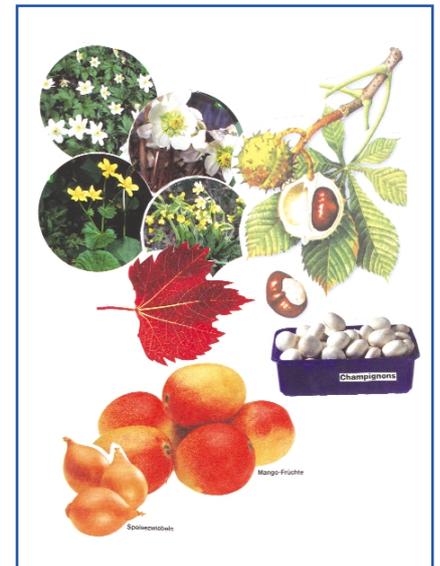
### ■ Der Goldene Schnitt in der Natur

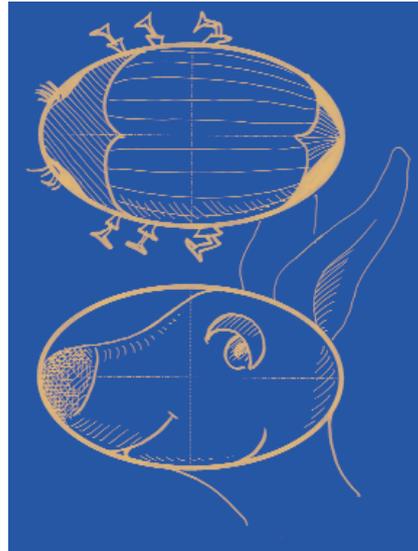
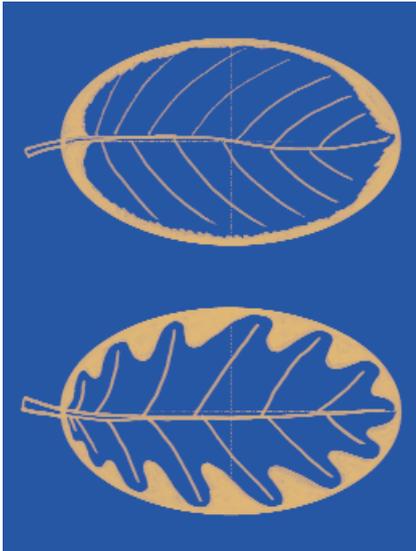
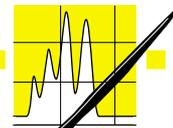
Die Natur, ob Pflanzen- oder Tierwelt, ob zu Erde, zu Wasser oder zu Luft, steckt voller harmonischer Abmessungen, wie wir sie beim Menschen bereits in gewisser Perfektion gesehen haben.

Betrachten wir die Seitenlängen verschiedener Rechtecke, so empfinden wir das Seitenverhältnis  $1 : 0,6$  als die harmonischste aller Varianten (Abbildung 8). Das haben statistische Versuche mit unterschiedlichen Personengruppen mehrfach auf eindrucksvolle

Abb. 10, links: Blüten mit fünfzähliger Symmetrie

Abb. 11, rechts: Blüten, Blätter, Früchte in der Form einer harmonischen Ellipse





**Abb. 12, links:**  
Blätter des Apfelbaumes und der Eiche in der Form einer harmonischen Ellipse  
**Abb. 13, rechts:** Käfer und Säugetierkopf in der Form einer harmonischen Ellipse

Weise belegt. Aber nicht nur unser ästhetisches Empfinden lässt uns harmonische Rechtecke nach dem Goldenen Schnitt konstruieren, die Natur zeigt an vielen Beispielen, dass sie diese harmonischen Verhältnisse bevorzugt.

Da sich die Natur auf dem Pfad der Energieminimierung bewegt, bedeutet das auch, dass ihre Ordnungsprinzipien im Goldenen Schnitt die Relationen finden, mit denen sie am leichtesten ihre Körper, Früchte, Blätter u. a. gestaltet.

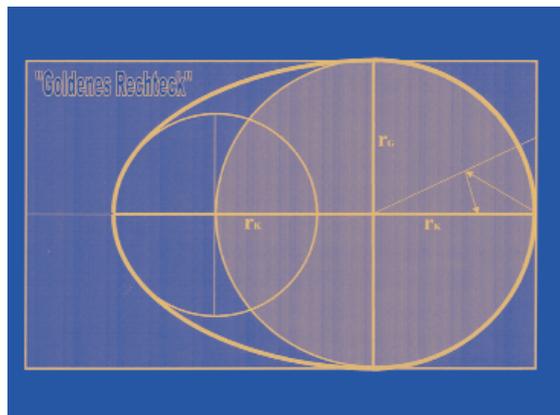
In eine Ellipse mit den Achsenabmessungen des Goldenen Schnitts, wie sie Abbildung 9 darstellt, lassen sich eine Reihe von Beispielen aus der Natur einbeschreiben.

Dass die Natur von Goldenen-Schnitt-Proportionen und gleichseitigen Fünfecken beherrscht wird, zeigt eine kleine Auswahl an Blüten (Abbildung 10) und Früchten (Abbildung 11). An den verschiedenen Blättern haben bereits viele Wissenschaftler die Länge-Breite-Verhältnisse nach dem Goldenen Schnitt statistisch bestätigt gefunden. Beispielhaft seien hier nur die Blätter des Apfelbaumes und der Eiche zitiert. Sie passen mehrheitlich in das harmonische Oval des Goldenen Schnitts (Abbildung 12).

Gleiches gilt für den Körper unterschiedlicher Käfer oder den Kopf zahlreicher Säugetiere (Abbildung 13).

Bei den Abständen der Blätter an

**Abb. 14, links:**  
Pflanzensproß mit harmonischen Blattabständen  
**Abb. 15, rechts:**  
Eipprofil mit Kreisradien im Verhältnis des Goldenen Schnitts



den Spitzen ihrer Zweige sind ebenso die harmonischen Proportionen zu finden (Abbildung 14). Oft ist an den Zweigen und Stämmen der Pflanzen und Bäume auch die Fünzfähigkeit ihrer Rotationssymmetrie zu erkennen. Sehr deutlich ist diese fünfzählige Ausrichtung an den Brombeersträuchern zu beobachten: Ihre Äste weisen fünfeckige Querschnitte auf, als wären fünf Rundhölzer gebündelt worden. Auf den Außenrundungen zeigen die Dornen, versetzt im 72-Grad-Winkel zueinander, in alle Richtungen.

Im ersten Moment nicht zu erkennen ist die Anwendung des Goldenen Schnitts in einem Ei. Wie an einem Hühnerei leicht mit einer Schublehre nachzumessen ist, liegt das Längen-Dicken-Verhältnis im Mittel um die 1,3.

Bei einem Hühnerei handelt es sich jedoch nicht um eine Ellipse, sondern um ein Oval mit zwei eingeschriebenen Kreisen unterschiedlicher Radien (Abbildung 15).

Konstruiert man ein Ei aus einem größeren und einem kleineren Kreis, deren Radien im Verhältnis des Goldenen Schnitts  $1 : 0,618$  stehen, wobei der kleine Kreis den großen halb durchdringt, ergibt sich in der Tat ein Längen-Dicken-Verhältnis von  $1,31 (= 1/2 [0,618 + 2] = 0,309 + 1)$ , wie an Hühnereiern leicht nachzuvollziehen ist.

#### Literatur

Hagenmaier, O., „Der Goldene Schnitt, Ein Harmoniegesetz und seine Anwendung“, Augustus Verl., Augsburg (1990), 84 Seiten.

Walser, H., „Der Goldene Schnitt“, Teubner Verl., Leipzig (1996), 157 Seiten.

Beutelspacher, A. und B. Petri, „Der Goldene Schnitt“, Spektrum Akad. Verl. (1996), 192 Seiten.

# Komplexität beherrschen lernen

Die Wissenschaftslandschaft entfaltet sich zu immer höherer Komplexität. Für mehrere Ebenen – solchen aus fachlichen Aspekten wie denjenigen, die gesellschaftliches Zusammenspiel betreffen – versuchte die Jahrestagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) vom 23. bis zum 29. September in Würzburg, Anleitungen zur Beherrschung der Komplexität zu geben. Das betraf auch die Tagung selbst. In diesem Jahr fand sie zum ersten Mal nach einem neuen Konzept statt. Zwar bleibt wie bei der bisherigen GDCh-Hauptversammlung der zweijährige Rhythmus erhalten, aber die Jahrestagung ist geprägt von einer modernen Symposienstruktur. Geboten waren 30 unabhängige, dennoch aufeinander abgestimmte Teiltagungen mit rund 100 Halbtagesworkshops. Bei aller Spezialisierung der Teiltagungen war es den Teilnehmer so möglich, ihren Anforderungen entsprechend interdisziplinäre Informationen zu bekommen. Insgesamt verfolgten etwa 2300 Teilnehmer die ca. 600 Vorträge, sahen 600 wissenschaftliche Poster.

Freude, Nachdenklichkeit und Betroffenheit prägten gleichermaßen die Gefühle des Präsidenten der GDCh, Prof. Dr. Gerhard Erker. So musste er mitteilen, dass nach dem Terroranschlag in den USA Dr. Nina McClelland, Chair of the Board of Directors der American Chemical Society, ihr geplantes Erscheinen in Würzburg nicht verwirklichen konnte. Insbesondere den Hinterbliebenen des

Anschlags sprach Erker tiefes Mitgefühl aus.

Erfreut zeigte sich der Präsident hingegen über den Erfolg der Tagung, über das Engagement der 22 GDCh-Fachgruppen, die die Planungsaufgaben lösten und die Symposienstruktur „mit erstklassigen Inhalten“ füllten. Gleichzeitig kündigte er Veranstaltungen an, mit denen die GDCh auf die wachsende Komplexität der Wissen-

schaftsgesellschaft durch die Globalisierung antworten will. So werde die europäische Komponente der Tätigkeiten und Aufgaben der GDCh und entsprechender Gesellschaften in den Nachbarländern immer bedeutender. Habe man zunächst bilaterale Abkommen getroffen, wäre der nächste Schritt die Gründung europäischer Chemiezeitschriften gewesen. Jetzt plane man erste gemeinsame Tagungen. Alle zwei Jahre – zuerst durch Umwidmungen bzw. Verschiebungen nationaler Tagungen schon 2002 in Toulouse – solle die „Grand European Conference of the Chemical Societies“ stattfinden. Ebenso sei man im weltweiten Kontext aktiv. Dies hätte beispielsweise das Treffen der sechs größten Chemiegesellschaften der Welt vor knapp einem Jahr in Washington gezeigt. Das nächste Treffen der „C6-Gesellschaften“ – denen der USA, Großbritanniens, Japans, Frankreichs, der Niederlande und Deutschlands – fände im nächsten Jahr in Frankfurt statt.

GDCh-Geschäftsführer Prof. Dr. Heindirk tom Dieck (linkes Foto 2. Reihe links) organisierte mit der Jahrestagung den Rahmen für eine Vielzahl von Gästen und Ehrengästen. Eine Aufgabe der Tagungsteilnehmer: Durch Diskussionen den Boden für die zukünftige Entwicklung der Chemie vorbereiten, wie es das Tagungsmotto nahelegte (Foto rechts; Redner: GDCh-Präsident Prof. Dr. Gerhard Erker. Alle Farbfotos: Kickuth (Präsentationen jeweils von den Vortragenden)).





**Dr. Kurt Begitt, Dr. Wolfgang Gawrisch, Prof. Dr. Gerhard Erker, Prof. Dr. Henning Hopf, Prof. Dr. Wolfram Koch und Prof. Dr. Heindirk tom Dieck (v.l.) betonten auf der Pressekonferenz die großen Probleme, die aus der absehbaren Entwicklung des Chemikernachwuchses entstehen.**

Sowohl auf der Festveranstaltung wie auch auf der Pressekonferenz überwogen jedoch nachdenkliche Töne, begründet in der Sorge um den Chemikernachwuchs. Zwar weist die neueste GDCh-Statistik zu Studienzahlen für das Jahr 2000 erstmals seit einem Jahrzehnt ein Plus bei den Anfängern eines Chemiestudiums aus, und zwar um 16 Prozent auf 3800 Anfänger. „Was wir über das Wintersemester 2001/02 hören, deutet darauf hin dass auch da die Anfängerzahlen weiter steigen“, aktualisierte GDCh-Geschäftsführer Prof. Dr. Heindirk tom Dieck auf der Pressekonferenz die positive Meldung. Dennoch prognostiziert Erker: „Da kommt ein Tal auf uns zu“. Weit sei man von den Studentenanfängerzahlen von 1990 mit über 7000 entfernt, und promovierte bzw. diplomierte Chemiker verließen in den nächsten Jahren immer weniger die Universität. Für 2000 wies die Statistik zwar noch 2000 Promotionen aus, aber nur noch 1250 Chemiediplome und noch weniger Vordiplome. Vor diesem Zahlenhintergrund, in dem sich eine Wissenschaftsfeindliche Einstellung ebenso widerspiegeln wie die demoskopische Entwicklung, dürfe man nicht nachlassen, Schülern das Studium der Chemie nahezubringen. Dazu diene auch das „Jahr der Chemie“: Um eine verstärkte Aufmerksamkeit für die Chemie in der Öffentlichkeit zu erlangen, um die Bedeutung des Fachs für das Gemeinwesen und jeden Einzelnen in der Industrie- und Wissensgesellschaft deutlich zu machen, hat die GDCh gemeinsam mit

Partnern im Chemiebereich, dem Verband der Chemischen Industrie, der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie und Energie, der Dechema und etlichen anderen Organisationen beschlossen, im Jahr 2003 – dem Jahr des 200sten Geburtstags von Justus von Liebig – eine Reihe von Veranstaltungen unter diesem Dachbegriff durchzuführen, die das BMBF unterstützt.

Eine andere Maßnahme zur Steigerung der Attraktivität des Chemiestudiums besteht in der Einführung von Junior-Professuren. Sie soll nach dem neuesten Entwurf zum Hochschulrahmengesetz als Qualifizierungsposition die Habilitation als regelhafte Eingangsvoraussetzung zum Beruf des Hochschullehrers ersetzen. Eine brandneue Studie der GDCh hierzu (300 ausgewertete Fragebögen) zeigt jedoch: Das negative Bild der Chemie-Habilitanten in der Öffentlichkeit stimmt nicht. Im Mittel liege die Habilitation im Alter von 36 bis 37 Jahren. Zudem sei die große Mehrheit der Habilitanten mit ihrer wissenschaftlichen Eigenständigkeit zufrieden; lediglich sechs Prozent bewerteten diese als schlecht. Unzufrieden seien die meisten hingegen mit ihrem formalen Status an der Universität, die solche Unabhängigkeit nicht widerspiegeln. Die GDCh empfiehlt daher ein Beibehalten der Habilitation bei gleichzeitigem Angebot der Zusatzoption Juniorprofessur.

Prof. Dr. Henning Hopf, stellvertretender Präsident der GDCh und Beauftragter für die Studie, warnte jedoch:

„Die Hochschulen sind in großem Ausmaß unterfinanziert. Wie soll man da eine Juniorprofessur durchführen, die kostenneutral zur Assistentenstelle sein soll?“ Wenn die für Deutschland geforderten 6000 Juniorprofessuren eingeführt würden, sei erheblich mehr Geld notwendig. Ohne dieses sei die Juniorprofessur eine Mogelpackung.

Eine andere Gefahr im Zusammenhang mit dieser Professur sieht Erker: die Aufhebung des Hausberufungsverbots, sofern der Bewerber nach der Promotion die Hochschule gewechselt habe. Die sehr hohe Qualität der chemischen Forschung in Deutschland beruhe mit auf der Berufungspraxis an den Universitäten.

Mit einem neuen Programm zur Lehrerfortbildung will die GDCh einen weiteren Schwachpunkt in der Motivation für Chemie beseitigen. Ein großes Problem des Chemieunterrichts an Schulen ist nach Erker die Alterspyramide der Lehrer. Diese werde von einer Wissensüberalterung begleitet. Moderne Forschungsfelder der Chemie würden kaum vermittelt.

Die Teilnehmer der Jahrestagung hatten daran wenigstens keinen Mangel. Dabei wurden in Fachbeiträgen Detailarbeiten ebenso beleuchtet wie in Übersichtsvorträgen Möglichkeiten zur Einordnung des Wissens gegeben – siehe Folgeseiten...

#### Neues GDCh-Präsidium

Für die Jahre 2002/03 wählte die GDCh Professor Dr. Fred-Robert Heiker, Leitung UB Zentr. Forschung der Bayer AG, als neuen Präsidenten. Der jetzige Präsident Prof. Dr. Gerhard Erker, Univ. Münster, wird stellv. Präsident, ebenso wie Dr. Rudolf Staudigl, Mitglied der Geschäftsführung der Wacker-Chemie GmbH. Schatzmeister bleibt Dr. Jan Sombroek, Mitglied der Geschäftsleitung der Merck KGaA.

# Analytik ist komplex

„Die Analytik ist heute eine Informationswissenschaft für Naturwissenschaft und Technik mit Auswirkungen auf das Leben der Menschen“, beschrieb Prof. Dr. Georg-Alexander Hoyer die aktuelle Stellung der Analytik heute, eine Entwicklung aus der Definition von 1993 heraus (s. Abb. ganz rechts).

Ziel der Analytik sei die Erzeugung von richtigen und präzisen Daten und eine Minimierung von Fehlern. Dass dies nicht so einfach ist, geht aus einer weiteren Umschreibung der Analytik hervor, die Hoyer in dem Einführungsvortrag des Symposiums der Fachgruppe Analytische Chemie (Titel: Analytik tut not – auf vielen Gebieten und bei zahlreichen Problemkreisen) auf der Jahrestagung der GDCh gab: „Analytik ist komplex, vielfältig, allgegenwärtig und kostet Geld“.

Ausdruck der Komplexität der analytischen Chemie sei deren Multidisziplinarität, in der Chemie, Physik, Mathematik und Informationstechnik



WPAC/FECS- Definition of Analytical Chemistry  
Agreed at Euroanalysis VIII, 1993, Edinburgh (UK).

"Analytical chemistry is a scientific discipline which develops and applies methods, instruments and strategies to obtain information on the composition and nature of matter in space and time."

Prof. Dr. Georg-Alexander Hoyer (links) kennzeichnete von der Definition analytischer Chemie (oben) den jetzigen Stand und die weitere Entwicklung des Gebietes.

ebenso Einfluss nähmen wie die Philosophie, etwa über die Gebiete „angewandte Logik“ und „Methodologie der Erkenntnis“. Zwar entwickle sich die Analytik als eigene Wissenschaftsdisziplin weiter. Dennoch sei sie dem Wesen nach eine Dienstleistungsfunktion.

Um die dabei auftretenden ökonomischen Randbedingungen erfüllen zu können, müsse immer ein Optimum in dem „magischen Dreieck der Analytik“ gefunden werden, das sich mit den Eckpunkten Qualität, Kosten und Zeit-

aufwand darstellen lässt. Der wirtschaftliche Rahmen selbst sei heutzutage geprägt von der Globalisierung der Märkte, einem freien Warenverkehr, Gesetzen und Richtlinien sowie den Werten von Referenzlaboratorien und -materialien, insbesondere aber durch die Begriffe Qualität und Güte. Dabei handle es sich um die Erfüllung von Anforderungen, die vor der Analyse niedergeschrieben werden, messbar und nachprüfbar sein müssten.

Zur Erfüllung dieses Aufgabenspektrums dürfe der Analytiker nicht nur methodenanwender sein, man benötige Problemlöser, der nach bestmöglicher Probennahme mehrere geeignete Methoden anwende.

Dieses Optimum der Analytik zu finden erfordert laut Hoyer ein bestimmtes analytisches Denken und Handeln, das auch das Eingestehen möglicher eigener Fehler und die Umbeirrtheit gegenüber von Kunden gewünschten Ergebnissen mit einbezieht. Dafür ist eine gute Ausbildung nötig, die solide chemische Kenntnisse, aber auch breite Methodenkenntnisse und interdisziplinäres Denken vermittelt (ganz abgesehen von management- und Teamfähigkeiten, Flexibilität und Mobilität sowie Marketing-Kenntnissen, die ein Analytiker in der Industrie heute benötigt).

In diesem Zusammenhang bedauerte der aus der Industrie kommende Analytiker (Schering AG), dass nur knapp die Hälfte der Universitäten mit einem Studiengang Chemie das

## Analytisches Denken und Handeln

- Einhalten von Rand- und Rahmenbedingungen
- Fähigkeit zum Erkennen, Präzisieren und Zergliedern eines Problems
- Herausarbeiten der analytischen Fragestellung
- Logisches Denken und Schlussfolgern
- Überprüfung der Richtigkeit der Prämissen
- Vermeidung von unzulässigen Schritten und Aussagen, von Voreingenommenheiten und Wunschdenken, von Vorurteilen, unzulässigen Verallgemeinerungen, Fehl- und Zirkelschlüssen, falschen Interpretationen, Überschreiten des Anwendungsbereichs, Benutzung von nichtadäquaten Methoden und Nichtberücksichtigung von Störeinflüssen
- Objektive Betrachtungsweise, wahrheitsgetreue Berichterstattung und vollständige Archivierung der Unterlagen
- Denken in vernetzten und komplexen Systemen
- Erkennen und Eingestehen von Fehlern
- Fähigkeit zur Kritik und Selbstkritik (Prüfung auf Irrtümer)

Die nebenstehende Charakterisierung analytischen Denkens und Handelns setzt gut ausgebildete Analytiker mit breiter Methodenkenntnis und interdisziplinärem Denken voraus.



UMSCHAU



Kündigte eine europäische Analytik-Konferenz an: Prof. Dr. Reiner Salzer.

Studienfach Analytik anbietet. Meist geht diese Disziplin in dem Bereich Anorganik auf – oder unter, mochte mancher Zuhörer des Vortrags denken. Hoyer forderte deshalb auch zum Gegensteuern auf. Die Analytik befinde sich zur Zeit am Wendepunkt: Entweder erkenne man die wachsende Bedeutung über die Naturwissenschaften hinaus für die Gesellschaft und baue sie aus, oder man reduziere die Analytik weiter, nehme damit weniger gesicherte und nachprüfbare Ergebnisse in Kauf. Gerade bei der an sich erfreulichen Etablierung neuer Methoden und Trends wie High Throughput Analytics und Chemosensorik gelte es jedoch, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen für den besten Schutz des Verbrauchers zu erkennen.

An eine erfreuliche Anerkennung der Bedeutung der analytischen Chemie erinnerte Prof. Dr. Reiner Salzer, Vorsitzender der Fachgruppe Analytische Chemie, der zweitstärksten in der GDCh. Seit 1995 sei die analytische Chemie ein eigenständiges Fach bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Jetzt sei es bei der DFG sogar möglich, seine eigene Stelle einzuwerben. Dem Aspekt der Internationalisierung der Analytik wolle man dadurch Rechnung tragen, dass europäische Konferenzen zu einem erweiterten

Meinungsaustausch beitragen. Eine erste Veranstaltung dieser Art sei die „Euroanalysis“ im September 2002 in Dortmund. Für das „Jahr der Chemie“ 2003 bereite die Fachgruppe ein Memorandum vor.

## Proteomanalytik kann Angst machen...

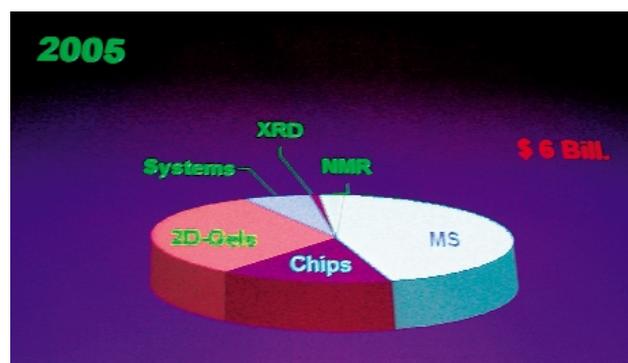
**So unterschiedlich Raupe und Schmetterling auch erscheinen: Beide Tiere haben das gleiche Genom, illustrierte Prof. Dr. Friedrich Lottspeich in seinem Vortrag „Proteomanalyse – Herausforderung an die Analytik“. Unterschiedlich sei hingegen das Proteom.**

Unter Proteome versteht man das quantitative Proteinmuster einer Zelle, eines Organismus oder einer Körperflüssigkeit unter genau definierten Bedingungen. Und die ändern sich schnell: „Vor und nach einer Party haben Sie ein unterschiedliches Proteom, vor allen Dingen in der Leber“, veranschaulichte Lottspeich scherzhaft diesen Umstand. Der macht jedoch der Proteomanalytik zu schaffen, zusammen mit anderen Randbedingungen, die Proteome als dynamische und – wiederum – komplexe Systeme auszeichnen. Zu den technischen Problemen zählt, dass Proteomanalytik keine Amplifikationsmöglichkeit hat und dass es sich um sehr heterogene Moleküle handelt. Mit das Unangenehmste sei jedoch die große Mengenvariabilität. Zudem lägen je Organismus weit mehr als 300 000 Proteinspezies vor, je Zelle immer noch mehr als 30 000, „konservativ geschätzt“!

Diese Menge ist mit ein Grund dafür, dass sich Proteome nicht durch Mapping darstellen lassen. Materialbeschaffung, limitierte Reproduzierbarkeit und das Fehlen quantitativer Daten kommen hinzu. Will man die Verhältnisse der Proteine reproduzierbar darstellen, sei heute die zweidimensionale (2D-)Gelelektrophorese die Methode der Wahl. Damit ließen sich Trennräume von 10 000 erreichen. Auch hier hätte man jedoch mit Schwierigkeiten zu kämpfen. So sei die Methode nicht automatisiert, biete eine schlechte Quantifizierung und erfasse keine kleinen Proteine mit einem Molgewicht kleiner 7000 sowie ebenso keine großen mit einem Molgewicht größer 150 000.

Aufgrund eines notwendigen Auflösungsvermögens von mehr als 104 und eines vorhandenen dynamischen Bereichs in ähnlichen Größenordnungen sei es nicht möglich, ein komplexes Proteom auf einem 2D-Gel darzustellen. Man müsse zunächst die Komplexität reduzieren, und zwar durch biologische und physikalische Fraktionierung. Ein Engpass bei der Auswertung sei auch die Bildanalyse, für die es eine Unzahl von Daten auszuwerten gebe.

Bei der Proteinidentifikation hingegen ließen sich heute mit der MALDI-Massenspektroskopie hunderte von Proteinen pro Tag identifizieren. Allerdings sähe man meist nur die Spit-



So sieht Prof. Dr. Friedrich Lottspeich die Verbreitung von Arbeitstechniken (Gesamtmarkt 6 Mrd. US-Dollar) auf dem Gebiet der Proteomics und Genomics bis zum Jahr 2005.

ze des Eisbergs; niedrig exprimierte Proteine blieben verborgen.

Alternative Ansätze zur Proteom-Analyse sieht Lottspeich in der Analyse von Multiprotein-Komplexen über ihren funktionellen Zusammenhang und in topologischer Proteomuntersuchung (Proteomics), wie sie beispielsweise die Magdeburger Firma Meltec durchführe. Ebenso ließe sich das Trennproblem auf die Peptidebene verlagern. Eine Methode, um relative quantitative Informationen von einer Proteinmischung mit einem hohen Konzentrationsbereich zu erhalten, sei auch ICAT, ein Akronym aus „isotope coded affinity tags“ (siehe Abbildung). Sie sei schnell, automatisierbar und arbeite quantitativ, habe aber den Nachteil, nur auf Cystein-haltige Proteine anzusprechen. Zudem sei eine Vorfraktionierung für die Untersuchung nötig. Den Erfolg von Biochips in der Proteomic sieht Lottspeich kritisch. Es würden immer Bindungen gemessen, aber Bindungen stellten keine Funktion dar.

Insgesamt zeigte sich der Wissenschaftler jedoch optimistisch hinsichtlich der Aufklärung von Funktionen des Lebens, bei der das Mammutprojekt HUGO erst der Anfang gewesen sei. Dessen Bedeutung strich Lottspeich durch die Bemerkung heraus, ohne die Genomanalyse gebe es keine Proteomanalyse. Die Pro-

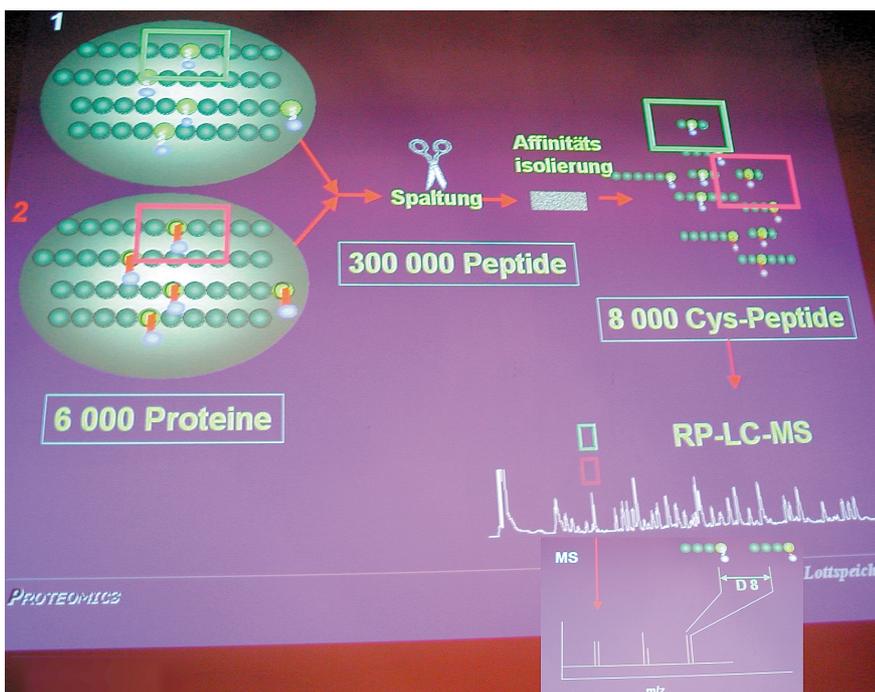


Prof. Dr. Friedrich Lottspeich erläuterte anschaulich die Bedeutung von Proteomen.

teomanalyse selbst sei auch nur ein Werkzeug unter vielen; Verbindungen entstünden schaffe die sehr wichtige Bioinformatik.

Hinsichtlich jetziger Anwendungen von Proteomics meinte er, es fehle noch der „Blockbuster“. Die

Pharmaindustrie traue der heutigen Technologie nicht zu, Probleme zu lösen. Ein Proteomforschungsprojekt koste Millionen von Mark und sei daher auch kaum von Universitäten durchzuführen. Am ehesten sei hinsichtlich der Anwendung von Protein-



ICAT verwendet chemische Marker (Tags), bei denen zwei funktionale Enden an einem Verbindungsmolekülteil aneinander hängen. Ein Ende reagiert mit dem Cysteinrest von Proteinen, das andere enthält das Affinitätstag Biotin. Der Trick: Von den Markern gibt es zwei Isotopenvarianten. Bei einer hat der Verbindungsmolekülteil normale Wasserstoffatome, bei dem chemisch gleichartigen anderen Marker sind bei dem entsprechenden Molekülteil acht Wasserstoffatome durch Deuterium ersetzt worden. Die Tag-Paare lassen sich somit leicht im Massenspektrometer unterscheiden. Hat man nun Proteinproben von zwei verschiedenen zellulären Zuständen vorliegen, reduziert man alle Cystein-Cystein-Bindungen in den Proteinen. Das Wasserstoff-ICAT-Tag wird dann der Proteinmischung des einen Zellzustandes beigemischt, das Deuterium-Tag derjenigen des anderen Zellzustandes. Die Proben werden dann vereint, fragmentiert und chromatographisch gereinigt, wobei sich das Biotin an Avidin-beladenen Säulen bindet. Die Komponenten der Mischung werden dann über Flüssigkeitschromatographie getrennt und einem Massenspektrometer zugeführt. Wegen des Atomgewichtsunterschieds von acht Masseneinheiten lassen sich so Unterschiede von Proteinkonzentrationen bei den zwei vorliegenden Zellzuständen feststellen. (Abb.: Lottspeich)



UMSCHAU

forschung im Pharmabereich wohl mit „Toxicoproteomics“ zu rechnen, der Auswertung der Proteinexpression zum Verständnis von Vergiftungsercheinungen. Insgesamt befindet man sich aber noch am Anfang der Proteom-Forschung. Unterschätzt werde sowohl die Dynamik der entsprechenden Vorgänge wie auch der lokale Kontext. Insgesamt sei das Forschungsgebiet faszinierend in seiner Komplexität. „Ich kann verstehen, dass man davor Angst haben kann“, bemerkt Lottspeich, nicht ohne zu ergänzen, dass sein Interesse dadurch viel mehr angezogen wird.

## Preisträger

**Höhepunkt auf der GDCh-Jahresversammlung war die Verleihung der Adolf-von-Baeyer-Denkmünze wie der August-Wilhelm-von-Hofmann-Denkmünze.**

Erstgenannte erhielt Prof. Dieter Hoppe, Universität Münster, in Anerkennung seiner besonderen Verdienste um die Entwicklung metallorganischer Reagenzien für die stereoselektive Synthese von Naturstoffen und biologisch aktiver Verbindungen. Welche Bedeutung seinen Arbeiten zukommt, geht auch daraus hervor, dass Hoppe sieben Übersichtsartikel im Houben-Weyl-Band über "Stereo-selective Synthesis" verfasst hat. Die Stereochemie war zum entscheidenden Kriterium dafür geworden, ob

eine metallorganische Ausgangsverbindung interessant war oder nicht. Hoppe gelang u.a. die stereoselektive Gewinnung vergleichsweise konfigurationsstabiler metallorganischer Verbindungen mit Hilfe von (-)-Spartein.

Die August-Wilhelm-von-Hofmann-Denkmünze ging an Prof. Dr. Steven V. Ley, Universität Cambridge, zur Zeit Präsident der britischen Royal Society of Chemistry, und zwar für seine innovativen, höchst anspruchsvollen Totalsynthesen komplexer Naturstoffe. Die von ihm in den letzten 15 Jahren gewählten Zielmoleküle konnten gar nicht kompliziert genug sein. Hervorragende Beispiele sind der Insekten-Fraßhemmer Azadirachtin aus dem Neem-Baum, die sehr potenten antiparasitisch wirkenden Stoffe Avermectin und Milbemycin, die Antibiotika Indanomycin, Roubimycin und Bafilomycin A1, der Proteinphosphatase-Inhibitor Ocadaensäure und viele mehr. In der Verleihungsurkunde heißt es: „Die Synthesen von Professor Steven V. Ley bestechen nicht nur durch Eleganz und Effizienz, vielmehr auch durch neue Eigenentwicklungen von Methoden, die manche Schlüsselschritte erstmals so effizient ermöglichten. Dazu gehören vorrangig die Einführung von Dispiroacetalen als neuartiger Schutz für 1,2-Diole, die selektive Oxidation von primären Alkoholen zu Aldehyden mit dem neuen Reagenz Tetra-n-propylammoniumperthentat (kurz: TPAP) sowie Eintopfverfahren zum stereoselektiven Aufbau von Oligosacchariden.“

Im Rahmen der Festveranstaltung zum 50jährigen Bestehen der Fach-

gruppe Analytische Chemie der GDCh wurde der Fresenius-Preis an Prof. Dr. Matthias Mann, Universität Odense (Dänemark) verlie-



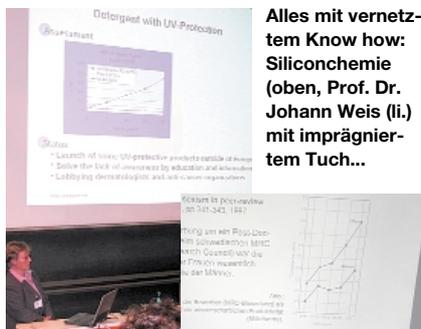
Matthias Mann (r. GDCh)

hen. Die Arbeiten des Preisträgers leisten auf dem Gebiet der Proteomics einen wesentlichen Beitrag zur Lösung komplexer analytischer Fragestellungen. Sie haben wesentlich dazu beigetragen, die Massenspektroskopie der Anwendung auf Biomoleküle zu öffnen. Mit der von ihm entwickelten Nanospray-Ionenquelle bestehen keine Probleme, Massenspektren von Biomolekülen im atto-Mol-Bereich zu erhalten. Es ist nun auch möglich, durch Gel-Elektrophorese getrennte Proteine – auch nach Anfärbung mit Silber – der Massenspektrometrie zugänglich zu machen und zumindest teilweise zu sequenzieren. In seinen jüngsten Arbeiten beschäftigte sich Mann damit, die Struktur der Proteinkomplexe aufzuklären, die in der Zelle funktionale Wirkung zeigen.

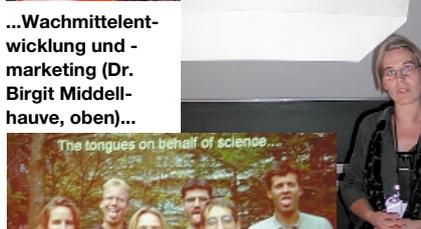
Professor Dr. Gernot Boche, Universität Marburg, hat bahnbrechende Arbeiten zur Struktur und Reaktivität lithiumorganischer Verbindungen veröffentlicht. Er erhielt dafür den von der Chemetall GmbH bei der GDCh eingerichteten Arfvedson-Schlenk-Preis. Der Paul-Bunge-Preis der Hans R. Jenemann-Stiftung ging an Dr. James A. Bennett, Direktor des Museum of the History of Science in Oxford. Professor Dr. Carl Djerassi, Träger von 18 Ehrendokortiteln, „Vater der Pille“, erhielt den Preis der GDCh für Schriftsteller anlässlich der deutschen Erstaufführung seines neuen Bühnenwerks „Oxygen“ in Würzburg.

Dieter Hoppe (linkes Bild) und Steven Ley erhalten die Denkmünzen von GDCh-Präsident Erker.





Alles mit vernetztem Know how: Siliconchemie (oben, Prof. Dr. Johann Weis (li.) mit imprägniertem Tuch...



...Wachmittelenwicklung und -marketing (Dr. Birgit Middelhauve, oben)...



...Geschmackstoffforschung (Dr. Thomas Hofmann, oben, mit Testern... oder Analytik von Bienenwaben (Posterbeitrag Mari- on Schöller).



## Mikroskopie in der Biotechnologie

# Herausforderung 3D-Genomkartierung

Das Mikroskop ist eins der ältesten wissenschaftlichen Instrumente. Erste bekannte Hinweise auf die Wirkung zweier Linsen als Mikroskop stammen vom italienischen Arzt, Astronomen und Philosophen Girolamo Fracastoro aus dem Jahre 1538 (Verona, 1478 - 1553; er definierte auch das Krankheitsbild der Syphilis). Die Anforderungen moderner Biotechnik, Materialwissenschaft und Medizin führen auch heute noch zu beständiger Weiterentwicklung der Mikroskopietechniken. Dabei entwickelt sich neben solchen Mikroskopietechniken aus jüngerer Zeit, die mit Teilchenstrahlen arbeiten, auch die Lichtmikroskopie weiter. Dies zeigt in besonderem Maße die dreidimensionale Kartierung des menschlichen Genoms. Entscheidend für diese Entwicklung sind jedoch nicht einzelne Erfindungen, sondern der Aufbau eines Mikroskopiesystems, das neben optischen Apparaten auch die automatische Bildauswertung bzw. die Datenanalyse mit einschließt.

als ein Stecknadelkopf, mit damals unbekannt guter optischer Qualität. Und er zeigte den Menschen, wie Insekten aus Eiern entstehen, fand die Spermatozoen von Tieren und vom Menschen, stürzte damit die Theorie der Urzeugung. Sie besagte, Lebewesen entwickeln sich aus lebloser Materie, etwa Maden aus faulem Fleisch. Heute sucht man immer noch nach Mechanismen des Lebens, allerdings auf erheblich differenzierterem Niveau. Zwar gilt das menschliche Genom als entschlüsselt; die Funktionsweise der einzelnen Bausteine kennt man jedoch nur in Einzelfällen. Ein Baustein in diesem Wissensgebiet wird die dreidimensionale Kartierung des menschlichen Genoms sein.

Die dreidimensionale Anordnung des menschlichen Genoms im Zellkern ist bisher trotz intensiver Bemühungen und Erfolge bei der Entschlüsselung der linearen DNA-Sequenz wenig verstanden. Zahlreiche Experimente belegen eine Kompartimentierung des Chromatins und assoziierter Proteine für Funktionen wie Transkription, Splicing, Replikation und Reparatur, die in einer hochorganisierten dreidimensionalen Struktur begründet liegt. Der neueste Stand der Untersuchung der räumlichen Genomanordnung am fixierten, dreidimensional erhaltenen Zellkern hat nach Angaben von Heidelberger Wissenschaftlern gezeigt, dass für eine Vielzahl von wichtigen Fragestellungen eine wesentliche Erhöhung der optischen Auflösung der Lichtmikroskopie erforderlich ist. Prinzipiell erzielten sowohl die Elektronenmikroskopie, als auch die Tunnel-Elektronenmikroskopie, die Rasterkraftmikroskopie oder die optische Nahfeldmikroskopie die erforderliche Auflösung. Diese Methoden seien jedoch nicht für die Analyse innerer Strukturen von intakten, dreidimensional erhaltenen Zellkernen geeignet, da sie

(Fortsetzung GDCh-Jahrestagung)

So interessant die dargestellten Beiträge der GDCh-Jahrestagung sind – sie waren nur ein kleiner Teil des Mammutprogramms. Etliche andere Beiträge spiegelten jedoch direkt oder indirekt das Thema dieses Berichtes wider, Komplexität. Dies betrifft besonders die nichtlineare Dynamik in der Chemie (Vortrag von Prof. Dr. Friedemann W. Schneider, Universität Würzburg). Sie zeigt sich in solchen Reaktionen, die die Fähigkeiten zur zeitlichen und räumlichen Selbstorganisation besitzen. Phänomene wie chemische Oszillationen, deterministisches Chaos, Chaoskontrolle, Bifurkationen, chemische Computer (vernetzte chemische Reaktoren, die bestimmte Muster lernen und erkennen können), sowie das gesamte Gebiet der räumlichen Musterbildung unter dem Einfluss chemischer Felder fallen in diese Kategorie. *Rolf Kickuth*

Wie sehr Detailarbeit die Entwicklung der Mikroskopie beeinflusst zeigte schon Antoni van Leeuwenhoek (1632 - 1723; Abbildung). Zwar hatte schon sein holländischer Landsmann, der Brillenmacher Hans Janssen und sein Sohn Zacharias 1590 ein Mikroskop gebaut. Erst Leeuwenhoek stellte jedoch in feinsten Detailarbeit Linsen mit kleinen Brennweiten her, manche nicht größer



## Kulturmedien für die Mikrobiologie, Teil 1

Friedhelm Keller, Remscheid

Für experimentelle Arbeiten mit Mikroorganismen (MO) müssen diese meist von ihrem natürlichen Standort isoliert und unter Laborbedingungen kultiviert werden. Unter Kultivierung versteht man in diesem Zusammenhang die Technik der Vermehrung der MO unter mehr oder weniger definierten Bedingungen. Dabei unterscheidet man

die **Reinkultur**, die nur eine Art bzw. einen Stamm einer Art enthält und als Klon auf nur eine Zelle bzw. eine KBE (koloniebildende Einheit) zurückgeht, und die **Mischkultur**, bei der mehrere Arten oder Stämme nebeneinander in der Kultur vorhanden sind.

Die meisten Bakterien und Pilze lassen sich in-vitro („im Glase“) kultivieren, das bedeutet, sie wachsen und vermehren sich in einem nicht lebenden Kulturmedium. So lässt sich *Bacillus subtilis* gut in einer Fleischbouillon kultivieren. Andere MO wie Viren und anspruchsvollere Bakterien (wie Chlamydien und Rickettsien) sowie manche Pilze vermehren sich in solchen Kulturmedien nicht. Sie sind auf lebende Organismen (Tier, Pflanze, Hühnerei oder Zellkultur) angewiesen. Nur in/auf diesen lassen sie sich kultivieren. Man nennt eine solche Kultur eine in-vivo („im Leben“) Kultur. Ein Beispiel hierfür ist der Erreger des echten Mehltaus, der pflanzenpathogene Pilz *Erysiphe graminis*. Er benötigt als obligater Parasit zur Kultur lebende Weizenpflanzen. Wir wollen uns im Folgenden mit in-vitro-Kulturmedien für präparative und diagnostische Arbeiten beschäftigen. Bei präparativen Arbeiten werden z.

B. Metaboliten von MO wie Penicillin gewonnen, Nukleinsäuren für gentechnologische Untersuchungen isoliert oder bei biotechnologischen Verfahren Single-Cell Protein (SCP) hergestellt. Bei diagnostischen Arbeiten geht es u. a. um die Isolierung und Identifizierung von MO oder um die Untersuchung von deren Stoffwechseleigenschaften.

### 1. Der Stoffwechsel der Mikroorganismen

Zum Wachstum und zur Vermehrung müssen die MO Proteine, Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren u. a. Verbindungen in ihren Zellen synthetisieren, aus denen sie ihre zellulären Strukturen herstellen. Dazu sind sie auf die Zufuhr von Baustoffen und Energie angewiesen, die ihnen bei der Kultivierung mit dem Kulturmedium (Nährmedium, Nährboden) und mit den Umweltbedingungen zur Verfügung gestellt werden müssen. Je nachdem, welches die Quellen für die Baustoffe (vor allem Kohlenstoff) sind und woher sie die Energie beziehen, unterscheidet man verschiedene Stoffwechselklassen. Weil Kenntnisse hierzu bei der Wahl der richtigen Kulturbedingungen hilfreich sein können, wollen wir hier einige Stoffwechselklassen von MO vorstellen.

Nach der *Energiequelle* unterscheiden wir, vgl. auch Abb. 1.

#### a) Phototrophe Mikroorganismen

Sie gewinnen die nötige Energie für die Biosynthese ihres Zellmaterials mit

Hilfe von Photosynthesepigmenten ähnlich wie die grünen Pflanzen aus dem Licht. Beispiel: Das in heißen Quellen vorkommende Bakterium *Chloroflexus aurantiacus*.

#### b) Chemotrophe Mikroorganismen

Sie gewinnen die nötige Energie aus energieliefernden Redox-Reaktionen. Handelt es sich dabei um anorganische Reaktionen, bei denen z. B. Ammoniak, Schwefel oder Eisensalze umgesetzt werden, so spricht man von chemolithotrophen Mikroorganismen. Beispiel: Das im Boden vorkommende Bakterium *Thiobacillus thiooxidans*.

*Chemoorganotrophe Mikroorganismen* nutzen die bei der Umsetzung eines organischen Substrats (z. B. Glucose) freiwerdende Energie. Beispiel: Das im menschlichen Darm vorkommende Bakterium *Escherichia coli*.

Nach der *Kohlenstoffquelle* unterscheiden wir, vgl. auch Abb. 1:

#### a) Autotrophe Mikroorganismen

Ihre C-Quelle ist Kohlenstoffdioxid. Beispiel: Das in Wasser und Boden vorkommende Cyanobakterium *Microcystis aeruginosa*.

#### b) Heterotrophe Mikroorganismen

Ihre C-Quellen sind organische Verbindungen mit mehr als einem C-Atom wie Kohlenhydrate. Beispiel: Die Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*.

Bei der Bezeichnung der Ernährungsweise kommt es durch Kombination der Energie- und Baustoffquelle zu Formulierungen wie chemo-organo-heterotroph (*E. coli*) oder photoautotroph (*Microcystis aeruginosa*).



Abb. 1: Energie- und Kohlenstoff-Quellen für die Biosynthese körpereigener Stoffe bei MO

Bezeichnung	Art der Quelle	Quelle	Beispiele
phototrophe MO	Energie	Licht	Chloroflexus aurantiacus
chemolithotrophe MO	Energie	$S^{2-} \rightarrow S^0$	Thiobacillus thiooxidans
chemoorganotrophe MO	Energie	Glucose $\rightarrow$ $CO_2$	Escherichia coli
autotrophe MO	Kohlenstoff	$CO_2$	Microcystis aeruginosa
heterotrophe MO	Kohlenstoff	Kohlenhydrate	Saccharomyces cerevisiae

### Autotrophe, heterotrophe, saprophytäre und parasitäre Lebensweise

Die Ernährungsweise von Lebewesen, die ihre körpereigenen Stoffe aus anorganischen Baustoffen ( $CO_2$ ,  $NH_4^+$  u. a.) aufbauen, nennt man **Autotrophie**. Die solcher, die dazu organische Baustoffe verwenden, **Heterotrophie**. Je nachdem ob heterotrophe Zellen ihre Baustoffe aus lebendem oder totem Material gewinnen, unterscheidet man **Saprophyten** und **Parasiten**.

Saprophyten ernähren sich von toter organischer Materie, von abgestorbenen Tieren und Pflanzen, während Parasiten ihre Baustoffe nur lebenden Zellen entnehmen können. Manche MO können sowohl saprophytär als auch parasitär leben. Saprophytär leben viele Pilze wie Penicillium und Saccharomyces, parasitär z. B. Viren und der schon erwähnte Pilz Erysiphe graminis. Die meisten in Laboratorien kultivierten MO sind chemo-organo-heterotroph und leben saprophytär.

### 2. Kulturbedingungen

Die Bedingungen, unter denen MO kultiviert werden, sollten weitgehend denen des natürlichen Standorts entsprechen. Das betrifft Inhaltsstoffe der Kulturmedien und Umgebungsmerkmale wie Temperatur, Licht, pH-Wert, Gasphase und Wasser. Meist erreicht man unter

Kulturbedingungen eine weit höhere Zellzahl als am natürlichen Standort.

#### 2.1 Temperatur

Je nach den Temperaturbereichen, die MO zum optimalen Wachstum bevorzugen, unterscheidet man die in Abb. 2 gezeigten drei Gruppen.

Die Mehrzahl der MO, vor allem die medizinisch wichtigen, lässt sich zwischen 20 °C und 45 °C kultivieren. Um unter Laborbedingungen die nötige Temperatur bieten zu können, verwendet man thermostatisierte Brutschränke.

#### 2.2 Licht

Licht spielt in der Regel keine Rolle. Ausnahmen sind phototrophe MO wie Chloroflexus aurantiacus, der allerdings bei entsprechenden Nährstoffangebot auch ohne Licht kultiviert werden kann.

#### 2.3 pH-Wert

Die meisten Bakterien vermehren sich gut im neutralen bis schwach alkalischen Bereich etwa bei pH 7 bis pH 8. Wenige sind säuretolerant wie Lactobacillus und Acetobacter. Die meisten Pilze wachsen besser im sauren Bereich zwischen pH 4 und pH 6. An Extremstandorten sind manche MO an pH-Werte von 1 bis 14 adaptiert, wobei der bevorzugte Bereich im Einzelfall mit 0,5 pH-Einheiten relativ schmal sein kann. Bei der Zusammensetzung des Mediums ist der erforderliche

pH-Wert zu berücksichtigen. Da Metaboliten der MO den pH-Wert des Mediums verschieben können, muss ein Medium u.U. auch Puffer enthalten, z. B. Phosphate und Carbonate. Auch die in vielen Medien enthaltenen Aminosäuren und Peptone haben Pufferwirkung. Zu beachten ist, dass ein vor dem Autoklavieren eingestellter pH-Wert sich beim Autoklavieren meist ändert. Ob solche Änderungen toleriert werden können, muss von Fall zu Fall geklärt werden.

### 2.3 Gasphase

#### 2.3.1 Sauerstoff

Einer der energieliefernden Prozesse lebender Zellen ist der biologische Abbau organischer Moleküle; hierzu benötigen manche chemoorganotrophe MO elementaren Sauerstoff. (Glucose +  $O_2$  ergibt ATP). Abhängig davon, ob ein MO zur Energiegewinnung molekularen Sauerstoff benötigt oder nicht, unterscheidet man **Aerobier** (benötigen Sauerstoff) und **Anaerobier** (benötigen keinen Sauerstoff). Eine genauere Differenzierung führt zu den in Abb. 3 gezeigten fünf Gruppen.

#### 2.3.2 Kohlenstoffdioxid

Photoautotrophe MO benötigen Kohlenstoffdioxid als C-Quelle. Aber auch manche medizinisch relevanten Bakterien wachsen in Kultur erst optimal bei einer höheren  $CO_2$ -Konzentration

Abbildung 2

Gruppe	Wachstumsoptimum ca.	Wachstum möglich ca.	Beispiele
kryophile (psychrophile) MO	10 °C bis 20 °C	0 °C bis 30 °C	Polaromonas vacuolata Vibrio fischeri
mesophile MO	20 °C bis 40 °C	10 °C bis 50 °C	Bacillus subtilis Escherichia coli
thermophile MO	50 °C bis 60 °C	40 °C bis >100 °C	Bacillus stearothermophilus Thermus aquaticus

Abbildung 3

Obligate Aerobier	Benötigen molekularen Sauerstoff und können ohne ihn nicht leben.	Micrococcus luteus Serratia marcescens
Obligate Anaerobier	Können nur in sauerstofffreier Atmosphäre leben, da Sauerstoff für sie toxisch ist.	Clostridium pasteurianum Clostridium tetanie
Fakultative Anaerobier	Können mit und ohne molekularen Sauerstoff gleich gut leben.	Escherichia coli Saccharomyces cerevisiae
Aerotolerante Anaerobier	Sie tolerieren einen geringen Sauerstoff-Partialdruck.	Streptococcus pyogenes
Mikroaerophile Aerobier	Benötigen molekularen Sauerstoff, tolerieren aber nur $\sigma = 5\% - 10\% \text{ O}_2$ .	Lactobacillus bulgaricum Spirillum volutans

[ $\sigma(\text{CO}_2) = 10\%$ ] als in Luft [ $\sigma(\text{CO}_2) = 0,03\%$ ]. Das liegt daran, dass da, wo sie im Körpergewebe vorkommen, der  $\text{CO}_2$ -Gehalt höher ist als in der Luft. Das gilt z. B. für Meningokokken, Gonokokken und viele Streptokokken zumindest bei der Erstisolation aus dem Gewebe.

Bei der Kultivierung ist der jeweilige Gasbedarf zu berücksichtigen, was neben der Anwendung gerätetechnischer Maßnahmen oft durch entsprechende Zusätze zum Kulturmedium erreicht oder unterstützt wird.

### 2.3.3 Wasser

Wasser ist für das Wachstum von MO unentbehrlich. Allerdings ist nur das Wasser nutzbar, das als sogenanntes „freies Wasser“ zur Verfügung steht. Sind Stoffe in Wasser gelöst – wie das bei Kulturmedien ja der Fall ist – so ist ein Teil der Wassermoleküle an die gelösten Stoffe gebunden und nicht mehr von MO verwendbar.

Ein Maß für dieses „freie Wasser“ ist die Wasseraktivität  $a_w$ , deren Wert je nach gelösten Stoffen und deren Konzentrationen zwischen 0 und 1 liegen kann.  $a_w$  ist über den Dampfdruck über dem wässrigen Medium definiert.  $a_w = 1,000$  entspricht dem Dampfdruck über reinem Wasser,  $a_w$  des menschlichen Blutes ist 0,995 und der von Trockenobst beträgt 0,700. Je kleiner  $a_w$  ist, um so weniger gut können die meisten Bakterien in dem Medium wachsen. Pilze sind toleranter.

## 3. Kulturmedien

### 3.1 Inhaltsstoffe der Medien

Was den Nähr-(Bau-)stoffbedarf angeht, sind einige der heterotrophen MO sehr anspruchslos; ihnen genügt zur Ver-

mehrung eine Glucose/Salzlösung oder eine Fleischextraktlösung in Wasser (Bacillus subtilis). Andere sind ausgesprochen anspruchsvoll; sie benötigen komplex zusammengesetzte Kulturmedien etwa mit Zusätzen von Eiern, Serum, Blut oder Hirn-, Leber- oder Herzgewebeeextrakten. Neben den Bau- und Energiestoffen müssen die Kulturmedien u. U. auch die Bestandteile enthalten, die zur Aufrechterhaltung bestimmter Kulturbedingungen notwendig sind. Beispiele für Medienbestandteile sind die folgenden Quellen.

#### C-Quellen

Mono-, Di- und Polysaccharide wie Glucose, Lactose, Maltose sowie Glycerin und kurzkettige Fettsäuren.

#### N-Quellen

Aminosäuren wie Alanin und Lysin, Peptone (durch Enzyme oder Säuren gespaltene Proteine nicht definierter Zusammensetzung), Fleisch- und Hefeextrakte – ebenfalls nicht definierter Zusammensetzung – die viele Wachstumsfaktoren wie Vitamine enthalten, sowie anorganische Stickstoffquellen wie  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  oder elementarer Stickstoff.

#### P-Quellen

Primäre und sekundäre Alkaliphosphate.

#### S-Quellen

Anorganische Sulfate und Sulfide sowie schwefelhaltige Aminosäuren (Cystein).

#### Wachstumsfaktoren

Vitamine, Biotin, Nikotinamid.

#### Mineralstoffe

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .

#### Spurenelemente

Mn, Zn, Cu, Fe, Co, Mo in ionisierter Form. Sie sind oft als Verunreinigungen in den verwendeten Mineralsalzen vorhanden und müssen dann nicht separat zugesetzt werden.

#### Hilfsstoffe

Elektrolyte zur Einstellung und Aufrechterhaltung des pH-Wertes (Phosphate, Carbonate).

Elektrolyte zur Einstellung des osmotischen Drucks (speziell NaCl).

Agar zur Einstellung des Aggregatzustandes.

#### Wasser

als Lösemittel (nur aqua demin. oder aqua dest.).

(Der Teil 2 dieser Reihe beginnt mit der Einteilung der Kulturmedien.)

## Jufo-Nachrichten

Eine gute Kombination gibt es im nächsten Jahr beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“: Er wird von dem ältesten forschenden Pharmaunternehmen der Welt, der Merck KGaA, ausgerichtet und findet damit in der Wissenschaftsstadt in Hessen, nämlich Darmstadt, statt.

Die Deutsche Bank AG hat sich aus der Partnerschaft mit der Stiftung Jugend forscht e. V. zurückgezogen. Die für die Bank sicher recht kostspielige Zusammenarbeit währte 10 Jahre und brachte die internationalen Wettbewerbe YEER (europaweit) und WYRE (weltweit) mit vielen Einzelveranstaltungen hervor. Ein neuer Förderer dieser beiden Wettbewerbe scheint nicht in Sicht zu sein.

## Thermodynamic Aspects of the Chemistry of the s Block Metals

Dr Mounir A Malati

Mid-Kent College of Higher and Further Education, Chatham ME5 9UQ, U.K.

Several areas in the chemistry of the s block metals can be understood and correlated by applying thermodynamic principles using thermodynamic data. The chemical stability of compounds of groups 1 and 2 of the periodic table are analysed, accounting for the difference between the two groups and the trends down each group. The solubility of these compounds in water are also discussed accounting for some opposing solubility trends. The discussions used standard enthalpies of formation,  $\Delta H_f^\circ$ , standard free energies of formation,  $\Delta G_f^\circ$ , together with standard enthalpies and free energies of solution,  $\Delta H_{sol}^\circ$  and  $\Delta G_{sol}^\circ$ , respectively and the lattice energy, L, of solid compounds.

### Introduction

A number of texts [1-3] deal exclusively with thermodynamic aspects of Inorganic Chemistry especially those related to ionic compounds. Hence this approach is useful in discussing the chemistry of the s block metals, which is dominated by ionic compounds. The trends in the standard electrode potentials have been discussed on thermodynamic basis in an earlier publication [4].

The alkali metals (group 1) form ionic compounds containing  $M^+$  cations\*, whereas most of the compounds of group 2 contain  $M^{2+}$  cations. Both  $M^+$  and  $M^{2+}$  cations tend to combine with anions  $A^{n-}$  ( $n=1-3$ ) forming crystalline solids whose thermal stability and solubility in water exhibit marked variations. These variations can be qualitatively accounted for on the basis of the charge and size of the cations or more satisfactorily on the basis of the ionic potential  $\Phi$ , defined as:

$$\Phi = z_c/r_c \quad (1),$$

where  $z$  is the charge number and  $r$  is the radius of cation  $c$  [5a]. More quantitative conclusions require the use of thermodynamics.

### Enthalpies of formation, $\Delta H_f^\circ$ and lattice energies, L

Values of  $\Delta H_f^\circ$  and L of ionic compounds are needed to account for their properties.  $\Delta H_f^\circ$  values are usually obtained from experimental measurements, whereas values of L are related to  $\Delta H_f^\circ$  through the Born-Haber cycle [6]. Fig.1 is an example of a Born-Haber cycle for the orthosilicates of group 2 metals [7]. Values of L can be calculated using theoretical equations. An example of these is the Born-Mayer equation, expressed as: [3a]

$$L = [M N_A z_c z_a e^2 / (4\pi\epsilon_0 r_c)] [1 - (\rho/r_c)] \quad (2)$$

where M is the Madelung constant, which depends on the crystal structure,  $N_A$  is the Avogadro constant,  $z$  is the charge number of cation  $c$  or anion  $a$ ,  $e$  is the electronic charge,  $\epsilon_0$  is the permittivity of vacuum,  $r_c$  is the equilibrium inter-ionic distance and  $\rho$  is a constant.

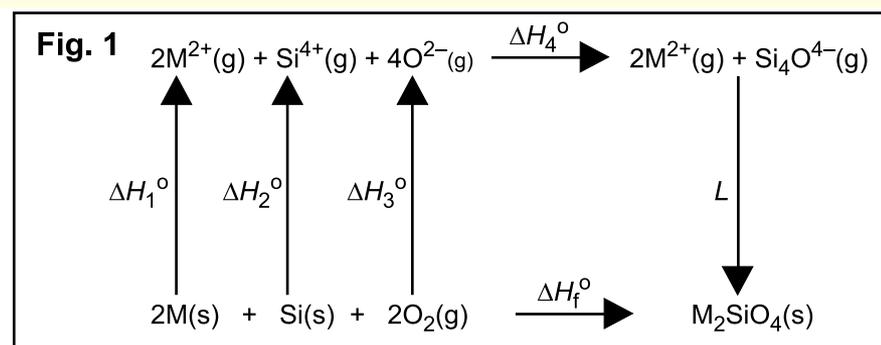
$\Delta H_f^\circ$  of the oxides of group 1 are depicted in Fig. 2a (LH side), based on values per  $M^+$  cation. The RH side of 2a shows the values for the oxides of group 2. Fig. 2b depicts corresponding data for the hydrides of the two groups. The latter values are much smaller than the corresponding values for the oxides, reflecting the lower stability of the hydrides. However the hydrides of group 2 have more negative values than those of group

1 and they are more stable than the saline hydrides,  $M^+H^-$ . Of the latter, LiH is the most stable [5b], the irregular values of the hydrides of the lower metals in group 1 may be due to experimental difficulties with the highly reactive metals. In the hydrides of group 2, the bonding in  $MgH_2$  is more covalent than ionic and this accounts for its low  $\Delta H_f^\circ$ . For the hydrides of the triad Ca, Sr and Ba,  $\Delta H_f^\circ$  becomes less negative down the group, reflecting the decrease in stability down the group as shown by the temperature at which the solid starts to decompose [5b].

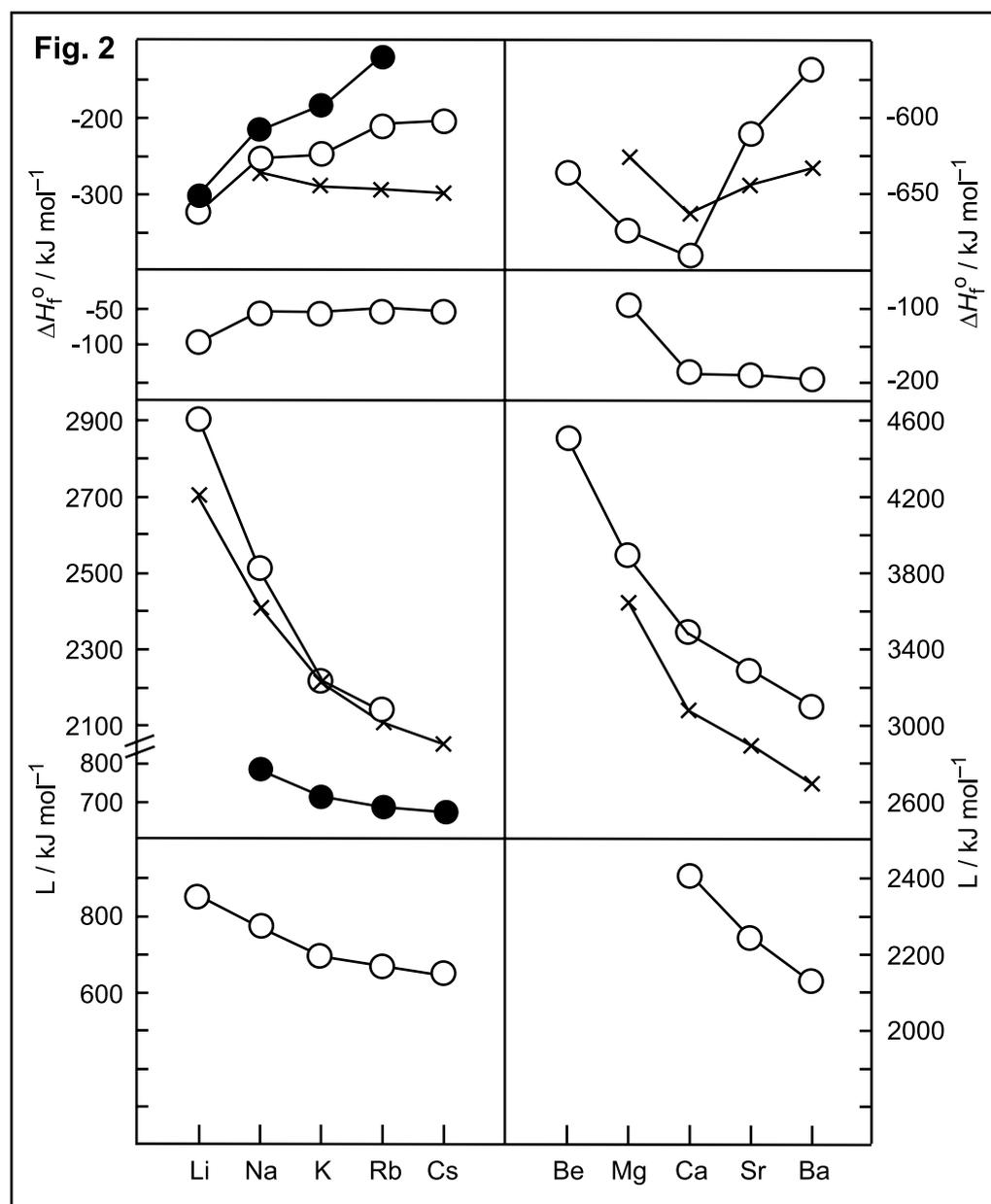
In group 1  $M_2O$  oxides,  $\Delta H_f^\circ$  becomes markedly less negative down the group. Values of  $\Delta H_f^\circ$  for the oxides  $M_2O_2$ , which are lower than those of  $M_2O$ , also become less negative down the group. On the other hand,  $\Delta H_f^\circ$  for the oxides  $MO_2$  become more negative from Na to Cs. These trends correlate with the fact that  $Li_2O$  is the only solid oxide formed when Li burns in  $O_2$  whereas  $Na_2O_2$  together with a little  $Na_2O$ , are the solids similarly formed. The heavier alkali metals form the superoxides when burnt in  $O_2$ . In the case of group 2, the values of  $\Delta H_f^\circ$  for the  $MO$  oxides become more negative from the  $BeO$  down to  $CaO$  but the trend is reversed for the lower members of the group. This trend may be related to some O deficiency and/or packing of the ions in the crystal. However, for the peroxides  $MO_2$ ,  $MgO_2$  has the least negative  $\Delta H_f^\circ$  but  $\Delta H_f^\circ$  becomes gradually less negative from  $CaO_2$  down the group. The more negative  $\Delta H_f^\circ$  of  $SrO_2$  and  $BaO_2$  than  $SrO$  and  $BaO$  respectively are in agreement with the formation of the former couple from the latter two oxides. The enthalpies of transformation,  $\Delta H_r^\circ$  of one oxide to another of the same metal can be calculated from the data in Fig. 2 using the first law of thermodynamics. However, it is the corresponding  $\Delta G_r^\circ$  which indicates the feasibility of a reaction. This is related to  $\Delta H_r^\circ$  by the relation:

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ \quad (3),$$

where  $\Delta S_r^\circ$  is the corresponding entropy change and  $T$  is the thermodynamic tem-



\* However, solvated  $Na^-$  as well as  $Na^+$  ions are formed in the solution of Na in diaminoethane. On adding 2,2,2-cryptand, C, it coordinates with  $Na^+$  and a solid  $(CNa^+Na^-)$  is formed. Other alkali metal anions have been reported.



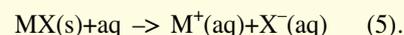
us of the highly polarisable H<sup>-</sup> varies from LiH to CsH.

Lattice energies calculated from the Born-Haber cycle using experimental  $\Delta H_f^\circ$ 's are referred to as experimental since  $\Delta H_f$  is usually obtained from experimental measurements. Values of L calculated using equation (2) are described as theoretical. The ratio L (theoretical)/L (experimental) for Li halides is: 0.996 for LiF, 0.992 for LiCl, 0.979 for LiBr and 0.972 for LiI [3b]. The departure from unity increases as the radius of the halide increases i.e. as its polarizability increases, leading to a departure from ionic character.

#### Lattice energy and hydration energy

It is well known in analytical chemistry that small cations precipitate small anions and large cations form sparingly soluble compounds with large anions. A semi empirical relationship states that when the radius of the cation is 80 pm smaller than the anion, the salt will be the most soluble. However thermochemical considerations are required to understand the solubility trends of the s block salts.

The solubility of a salt e.g. an alkali metal halide MX depends on the free energy of solution i.e.  $\Delta G^\circ$  for the process



The enthalpy of solution,  $\Delta H_{\text{sol}}^\circ$  is the corresponding enthalpy of (5) which may be considered instead of the free energy change if the accompanying entropy contributions are disregarded as a first approximation.  $\Delta H_{\text{sol}}^\circ$  for MX can be given by:

$$\Delta H_{\text{sol}}^\circ = L + \Delta H_{\text{hyd}}^\circ(\text{M}^+) + \Delta H_{\text{hyd}}^\circ(\text{X}^-) \quad (6),$$

$$= L + \sum \Delta H_{\text{hyd}}^\circ \quad (7),$$

where  $\Delta H_{\text{hyd}}^\circ$  refers to the change when a gaseous ion is hydrated by water. This relation envisages that the solid breaks down to the constituent gaseous ions

perature. The calculated  $\Delta H_f^\circ$  for the reaction



is  $-42 \text{ kJ mol}^{-1}$  but  $\text{Li}_2\text{O}$  is preferentially formed on burning Li in  $\text{O}_2$ . The preference of  $\text{Li}_2\text{O}$  is due to the positive entropy term in equation (3), associated with the consumption of  $1/2 \text{ mol}$  of  $\text{O}_2$ . [1b]

The lattice energies of the oxides, peroxides and superoxides of group 1 are plotted in Fig.2c (LH side); the data for the oxides and peroxides of group 2 are shown on Fig.2c (RH side) where the scale is shifted upwards. Compared to the plots in Fig.2a, L is seen to decrease regularly down each group. The L values for group 2 oxides are always higher than

those of group 1, as expected from the higher charge of the  $\text{M}^{2+}$  ions and their smaller radii compared to those of the alkali metals (equation 2). The L values of the alkali metal oxides decrease in the series:  $\text{M}_2\text{O} > \text{M}_2\text{O}_2 > \text{MO}_2$  for a given metal. For a specific metal of group 2, L for MO is higher than L for  $\text{MO}_2$ . These trends are due to the increase in  $r_a$  in the series:  $\text{O}^{2-}(140\text{pm}) < \text{O}_2^{2-}(163\text{pm}) < \text{O}_2^{2-}(180\text{pm})$  [1a].

The lattice energies of the hydrides are shown in Fig.2d for the alkali metals (LH side) and for group 2 metals (RH side) where the scale is shifted upwards. Because of the single charge on  $\text{H}^-$  and  $\text{O}_2^{2-}$ , the lattice energies of the hydrides are comparable to those of the corresponding superoxides, although the estimated radi-



these very small cations. Here  $\Sigma\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}$  dominates in equation (7).

The higher solubility of the compounds of the alkali metals compared to the corresponding compounds of group 2 can be similarly explained by the high lattice energies of the latter which contain doubly charged small cations. For example  $L(\text{Mg}(\text{OH})_2)$  is  $\sim 3$  times  $L(\text{LiOH})$  whereas  $\Sigma\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}(\text{Mg}(\text{OH})_2)$  is  $\sim 2.9$  the value for  $\text{LiOH}$ , which explains the solubility of the latter. Although it is useful to use  $\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}$  of individual ions, no simple method is known to split  $\Sigma\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}$  between the cation and anion. However a set of

$\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ}$  of individual ions, based on a calculated value for  $\text{H}^+_{\text{aq}}$ , is usually quoted [3c]. A theoretical equation, based on electrostatic considerations, can be expressed in the form:

$$\Delta H_{\text{hyd}}^{\circ} = 69700z^2/r \quad (8),$$

where  $r$  is the ionic radius, which is adjusted for cations by adding a constant; taken as 80 pm [3d]. It is worth stressing that the assignment of a radius for an ion assuming that it is spherical is based on an approximate constant internuclear distances for a pair of compounds e.g.  $r(\text{MCl}) - r(\text{MF})$  or  $r(\text{NaX}) - r(\text{LiX})$  for a series of alkali metal halides [2a].

## Labortipps (11)

### Schutz für Waagschale

Dass Waagen nicht nur für die quantitative Analyse sehr sauber bleiben müssen, ist eine der ersten Arbeitsregeln. Für die quantitative Analyse wird die Substanz im Wägegäschchen oder Wägeschiffchen abgewogen. Für die Entfernung danebengefallener Partikel (bei arretierter (!) Waage) steht meist ein Haarpinsel zur Verfügung. Zum Abwiegen größerer Mengen Feststoff legt man ein möglichst glattes Papier mit einem Knick durch die Mitte auf die Waagschale. Durch diesen Knick gelingt es gut, das Wägegut bei schräg gehaltenem Papier gezielt in ein Gefäß gleiten zu lassen. Besonders geeignet sind Spielkarten.

### Papiertrichter

Steht kein Pulvertrichter zum Einfüllen von Feststoffen in Kolben zur Verfügung, kann man einen rechteckigen Papierbogen (z. B. DIN A5) von der kurzen Seite her zusammenrollen, sodass ein Kegel entsteht. Die Schräge des Aufrollens bestimmt den Öffnungswinkel des Papiertrichters. Bei geeignetem Anfang des Aufrollens kann man am spitzen Ende ein Lock belassen; notfalls muss man das spitze Ende mit einer Schere abschneiden, sodass ein Loch mit dem gewünschten Durchmesser entsteht.

### Steckbriefchen

Ein Stück rechteckiges Papier (z. B. DIN A5) wird in Längsrichtung von außen zweimal zur Mitte hin gefaltet, sodass der Papierrand jeweils etwa in den gegenüberliegenden Knick zu liegen

kommt. Die Faltungen sollten nicht genau parallel erfolgen, damit ein Ende etwas schmaler als das andere wird. In die Mitte des vorgefalteten Bogens legt man die kurzfristig zu „verpackende“ Substanz (ca. 1 g) und faltet endgültig. Den erhaltenen Streifen knickt man von beiden Enden her so zur Mitte, dass sich die beiden Enden möglichs ganz überlappen. Dann steckt man das schmalere Ende in das weitere. Auf diese Weise erhält man ein Steckbriefchen, das leicht beschriftet werden kann. Die Stabilität hängt von dem gewählten Papier, die Dichtigkeit von der Passgenauigkeit und der Härte der Faltungen ab.

*Dr. Wolfgang Werner*

### Füllen einer Mikrobürette

Wem ist es nicht schon passiert, dass er oder sie eine Mikrobürette füllen wollte – aber nach einer halben Stunde Arbeitszeit zwar viel Flüssigkeit daneben gelaufen ist, in der Bürette sich jedoch immer noch kaum Flüssigkeit, dafür aber eine große Luftblase befand, die alle weiteren Versuche des Befüllens vereitelte.

Elegante Abhilfe ist mit einer Dispensette möglich. In den Einmal-Tip der Dispensette wird die zu befüllende Lösung aufgesaugt und dann – bei geöffnetem Bürettenküken selbstverständlich – unter gelindem Druck in die Bürette hinein gepresst. Es wird gerade so fest gedrückt, dass die Bürette nach unten gefüllt wird, während die Luft durch das Küken entweicht – bitte aber nicht so fest drücken, dass die eingepresste Flüssigkeit zwischen Bürettenöffnung und aufgesetztem Einmal-Tip heraus spritzt.

*Udo Heitzmann*

## Prüfungsfragen

Bei den werdenden Pharmazeuten scheint es üblich zu sein, sich intensiv auf das 1. Staatsexamen an Hand eines Buches vorzubereiten. Sonst würde es sich für den Verlag (Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart) nicht lohnen, nach zwei Jahren eine aktualisierte Auflage des Buches von Eberhard Ehlers „Chemie I – Prüfungsfragen 1979 - 2000“ herauszubringen (262 Seiten, ISBN 3-7692-2861-8, DM 58,-).

CLB-Memory stellt das Buch hier deshalb vor, weil es sowohl von Ausbildern und Lehrern als auch von Lernenden, die keine pharmazeutische Prüfung abzulegen haben, in großen Teilen benutzt werden kann. Bemerkenswert ist, dass das Buch *Originalfragen* mit Antworten zur allgemeinen und anorganischen Chemie des 1. Abschnitts der Pharmazeutischen Prüfung enthält. Wir brauchen hier nicht näher darauf einzugehen, wie das Buch gegliedert ist und sich an das Lehrbuch desselben Autors und an die Prüfungen anlehnt.

Das Buch enthält 818 + 417 + 574 Multiple-choice-Fragen. Es sind auch Fragen dabei, bei denen nicht nur eine Antwort richtig ist. In diesen Fällen sind dann nicht wie (in der Regel) auf der letzten Seite von CLB-Memory mehrere Antworten anzukreuzen, sondern es wird angegeben, dass z. B. anzugeben ist

- A, wenn nur 1 richtig ist,
- B, wenn nur 2 und 3 richtig sind,
- C, wenn nur 1, 2 und 3 richtig sind usw.

Auf diese Weise wird die Kontrolle vereinfacht, beim Beantworten wird ein Schritt mehr verlangt. Darüber hinaus gibt es weitere drei Aufgabentypen; alle fünf Typen werden am Ende des Buches erklärt.

Insgesamt werden alle wichtigen Gebiete a) der allgemeinen Chemie und b) der anorganischen Chemie abgefragt. Zum Beispiel: a) Atombau, Periodensystem, Ionenbindung, chemisches Gleichgewicht, Reaktionskinetik usw.; b) Edelgase, Wasserstoff, Halogene, Kohlenstoffgruppe usw.

Es gibt einen weiteren Band (ISBN 3-7692-2862-6), in dem dann 1500 Multiple-choice-Fragen aus der organischen Chemie enthalten sind. Verständlicherweise ist dieser Band mehr „pharmazeutisch“ als das hier vorgestellte Buch.

## Die EN-Werte und ihre Historie

### Teil 9: Das Dilemma in Paulings EN-Konzept

#### *Wie Pauling manchmal sein Publikum mit Neuigkeiten überraschte*

In dem Buch „Aristoteles, Einstein & Co.“ von Ernst Peter Fischer erfahren wir etwas über Paulings Lehrstil: „Er trat sehr oft mit äußerst kühnen (und nicht immer richtigen) Hypothesen vor sein studentisches Publikum oder die Fachöffentlichkeit, und als seine phantastischen Vorschläge in den fünfziger Jahren vor allem mit den molekularen Strukturen biologisch wirksamer Stoffe befaßt waren, stand zwar sein Modell schon zu Beginn der Vorlesung auf dem Tisch, aber noch war es unter einem Schleier verborgen, den er zu gegebener Zeit mit elegantem Schwung zu entfernen mußte.“

Lothar Jaenicke schrieb 1994 nach Paulings Tod: „Wer ihn in wissenschaftlichen Vorträgen miterlebt hat, wie er mit Modellen und Gedanken spielen und jonglieren konnte [...], weiß wie groß seine Überzeugungsmacht und sein Charme waren, wie listig und vergnügt er die ‘Kaninchen aus dem Hut’ zog, ein Zauberer der Wissenschaft mit der Freude den richtigen Weg zu finden [...].“ (Chemie in unserer Zeit 28 [1994], 298).

#### *Eine Überraschung im EN-Konzept*

Als Pauling in seinem Buch „The Nature of the Chemical Bond“ die Hypothese des geometrischen Mittels vorstellte, mag tatsächlich mancher das Bild eines Zauberers vor Augen gehabt haben, der ein Kaninchen aus dem Hut zieht. Pauling wollte mit dieser Hypothese den Alkalimetallhydriden beikommen, die seiner Theorie von der Additivität kovalenter Bindungen peinlich widersprechen.

#### *Paulings Hypothese des geometrischen Mittels*

„A quantum-mechanical treatment of one-electron bonds has been carried out which leads to the conclusion that the postulate of additivity should be replaced by a similar postulate involving the geometric mean of the bond energies  $D(A-A)$  and  $D(B-B)$  (that is, the square root of their product) in place of the algebraic mean. This *postulate of the geometric mean* states that the energy of a normal

covalent bond between atoms A and B is equal to  $[D(A-A)D(B-B)]^{1/2}$ , and that in consequence the quantity  $\Delta'$ , defined as  $\Delta' = D(A-B) - [D(A-A)D(B-B)]^{1/2}$ , should always be greater than or equal to zero.“

Mit der Freude, nun den richtigen Weg zu wissen, verkündete Pauling: „With the new postulate  $\Delta'$  replaces  $\Delta$  as the ionic resonance energy of the unsymmetrical bond.“

Analog zu den auf Tafel 4 gezeigten Berechnungen der  $\Delta$ -Werte für LiH, NaH und KH berechnete Pauling nun die  $\Delta'$ -Werte dieser Hydride und stellte sie in einer Tabelle zusammen. „The values of  $\Delta'$  for the molecules LiH, NaH, and KH given in Table 9-3 are seen to be positive, as required by the fundamental resonance theorem in case that the postulate of the geometric mean is valid [...].“

Pauling äußerte die Vermutung: „It is probable that in general the postulate of the geometric mean leads to somewhat more satisfactory values for the energy of normal covalent bonds between unlike atoms than the postulate of additivity.“

Der Anwendung der neuen Hypothese standen aber Schwierigkeiten im Wege: „It is more difficult to apply than the postulate of additivity, however, since values of  $\Delta$  can be obtained directly from heats of reaction, whereas knowledge of individual bond energies is needed for the calculation of values of  $\Delta'$  [...].“

Weil Pauling aber besonders gut mit Modellen und Gedanken spielen und jonglieren konnte, traf er eine bei oberflächlicher Betrachtung verblüffende Entscheidung: „[...] we shall find it convenient in the following sections of this chapter to make some use of the postulate of additivity as well as of the postulate of geometric mean.“

Wer über dieses „Sowohl als Auch“ unzufrieden ist, weil er Konsequenz vermißt und ein „Entweder – Oder“ fordert, kann durch eine Textpassage von Egon Fridell zum Nachdenken angeregt werden.

#### *Die Denkart genialer Menschen aus der Sicht von Egon Fridell*

Fridell gab zu bedenken, daß gerade die größten Menschen gezwungen sind, sich fortwährend zu widersprechen: „Sie sind ein Nährboden für mehr als eine Wahrheit; alles Lebendige findet in ihnen seinen Humus. Daher sind die Gewächse,

die sie hervorbringen, vielartig, verschiedenfach und bisweilen ganz entgegengesetzter Natur. Sie sind zu objektiv, zu reich, zu verständlich, um nur eine Ansicht über dieselbe Sache zu haben. Aber nicht nur das Säkulargehirn, sondern jeder denkende Mensch ist genötigt, sich gelegentlich selbst zu widerlegen. Deshalb hat Emerson gesagt: „Sprich heute aus, was du heute denkst, und verkünde morgen ebenso unbekümmert, was du morgen denkst, auch wenn es dem, was du am Tage vorher gesagt hast, in jedem Punkte widerspricht. Konsequenz ist ein Kobold, der in engen Köpfen spukt.“ Dasselbe meinte Goethe, als er zu Eckermann sagte, die Wahrheit sei einem Diamanten zu vergleichen, dessen Strahlen nicht nach einer Seite gehen, sondern nach vielen [...].“

„Die Sache geht aber noch tiefer. Der Widerspruch ist nämlich ganz einfach die Form, und zwar die notwendige Form, in der sich unser ganzes Denken bewegt. Das, was man die „Wahrheit“ über irgendeine Sache nennen könnte, ist nämlich weder die Behauptung A noch die kontradiktorische Behauptung non-A, sondern die zusammenfassende und gewissermaßen auf einer höheren geistigen Spiralebene gelegene Einheit aus diesen beiden einander widersprechenden Urteilen. Die ganze geistige Entwicklungsgeschichte der Menschheit ist ein solches Ringen um jene wahren Mittelbegriffe, in denen zwei einseitige und daher falsche Betrachtungsarten der Wirklichkeit ihre harmonische Lösung finden.“ (Kulturgeschichte der Neuzeit 1969; 50, 51).

#### *Ein Fall für Studien über den Umgang mit Dualismen*

Fridells Text fordert geradezu heraus, möglichst umfassend zu erkunden, wie im Laufe der Zeit mit den verschiedenen Hypothesen in Paulings EN-Konzept umgegangen wurde.

Empfand man die beiden Hypothesen als einander widersprechende Urteile? Fand ein Ringen um den wahren Mittelbegriff statt? Haben beide Betrachtungsarten inzwischen ihre harmonische Lösung gefunden? Oder hat sich im Laufe der Zeit eine der beiden Hypothesen (vielleicht die zuletzt kreierte) als „allein richtig“ herauskristallisiert?

Harald Richter  
Wuppertal



Den großartigen Ausblick auf Heidelberg tauscht Prof. Dr. Christoph Cremer gerne mit dem Blick ins Aller-kleinste des Lebendigen, den Strukturen und Unterstrukturen von Chromosomen. Bald soll es möglich sein, dort fluoreszierende Objekte bis zu einer Größe von wenigen zehn Nanometern mit einer Präzision im einstelligen Nanometerbereich zu messen, und zwar im Fernfeld in einer intakten Zelle (Foto: RK).

Ein Beispiel für Untersuchungen, die sich mit derartigen Mikroskopen durchgeführt lassen, ist die Darstellung der Organisation von Interphasechromosomen in „Territorien“. Diese Organisation stellt eine der charakteristischen Strukturen des Zellkerns dar und lässt sich durch Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH), dreidimensionale Mikroskopie und Bildverarbeitung quantitativ analysieren. Einige der Wissenschaftler haben vor kurzem ein Modell entwickelt, nach dem aktive Gene an der Oberfläche solcher Chromosomenterritorien bzw. chromosomaler Subdomänen transkribiert und Makromoleküle wie beispielsweise Transkripte in den interchromosomalen Raum transportiert werden.

Ziel des oben skizzierten Projekts ist die Erstellung einer dreidimensionalen „Karte“ von kodierenden und nicht-kodierenden Sequenzen in Chromosomenterritorien und kleineren Chromatindomänen. Längerfristig soll anhand der gefundenen Verteilung der Genomregionen und ihrer dynamischen Veränderungen während des Zellzyklus und der Zelldifferenzierung versucht werden, die funktionelle Architektur des Genoms besser zu verstehen. Hierzu verfolgen die Wissenschaftler einen interdisziplinären Ansatz.

Dazu zählt die Visualisierung und Lokalisierung genetischer Marker in dreidimensional konservierten Zellkernen. Der Nachweis von aktiven und inaktiven Genen und nicht kodierenden Sequenzen in Chromosomenterritorien soll durch FISH, neuerdings auch durch Methoden der in Vitro-Markierung erfolgen. Theoretische und experimentelle Methoden für die Untersuchung der Struktur und internen Bewegungen von DNA und Chromosomen bilden einen weiteren Schwerpunkt. Computermodelle von Interphasechromosomen werden mit gemessenen dreidimensionalen Ab-

im wesentlichen auf eine Messung der Oberfläche beschränkt seien. Demzufolge sei es zur Untersuchung der Genomorganisation im intakten Zellkern unumgänglich, mikroskopische Fernfeld-Methoden mit erhöhter dreidimensionaler Auflösung anzuwenden.

Wissenschaftler in Heidelberg und Göttingen wollen deshalb Verfahren der Mikroskopie entwickeln, spezialisiert auf Methoden der hochauflösenden Fernfeld-Fluoreszenzmikroskopie. Um heutige Modellvorstellungen zur Kompartimentierung des Genoms zu testen, benötigt man neue Methoden zur Untersuchung der dreidimensionalen Feinstruktur und Dynamik des Chromatins. Für die Analyse der strukturellen und funktionalen Details von Chromosomendomänen in menschlichen Zellkernen – von einzelnen Genabschnitten über Chromatinschleifen bis hin zu ganzen Chromosomenterritorien – sollen hier Methoden der hochauflösenden Fluoreszenzmikroskopie in Kombination mit fortgeschrittenen Computermodellierungs- und Bildverarbeitungsverfahren eingesetzt werden. Solche Bio-computing-Verfahren werden zusammen mit dem „Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen“ (IWR) der Universität Heidelberg entwickelt. Langfristig soll das

Mikroskopie-Labor verschiedene Fluoreszenzmikroskopiemethoden bereitstellen, die den speziellen Anforderungen der Wissenschaftler gerecht werden.

Am Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg wurde bereits ein automatisiertes axialtomographisches konfokales Laser-Scanning-Fluoreszenzmikroskop etabliert und ein Wellenfeldmikroskop (Spatially modulated illumination (SMI) microscope) entwickelt. Hierfür strebt man eine axialtomographische Anwendung an. Wie der Leiter des Kirchhoff-Instituts, Prof. Dr. Christoph Cremer, der CLB erläuterte, wird dieses System es erstmals erlauben, kleine fluoreszierende Objekte wie zum Beispiel die biomolekularen Maschinen der Genomnanostruktur (siehe dazu CLB 8/2001, Seiten 309/310) bis zu einer Größe im Bereich von wenigen zehn Nanometern mit einer Präzision im einstelligen Nanometerbereich zu messen., und zwar im Fernfeld in intakten Zellen! Langfristig will Cremer damit sogar in Vivo-Messungen durchführen. Dazu müsse man noch ein Zeitproblem lösen. Schließlich gelte es für diesen Fall, in etwa zehn Sekunden einen Bildstapel von 100 optischen Schnitten aufzunehmen.

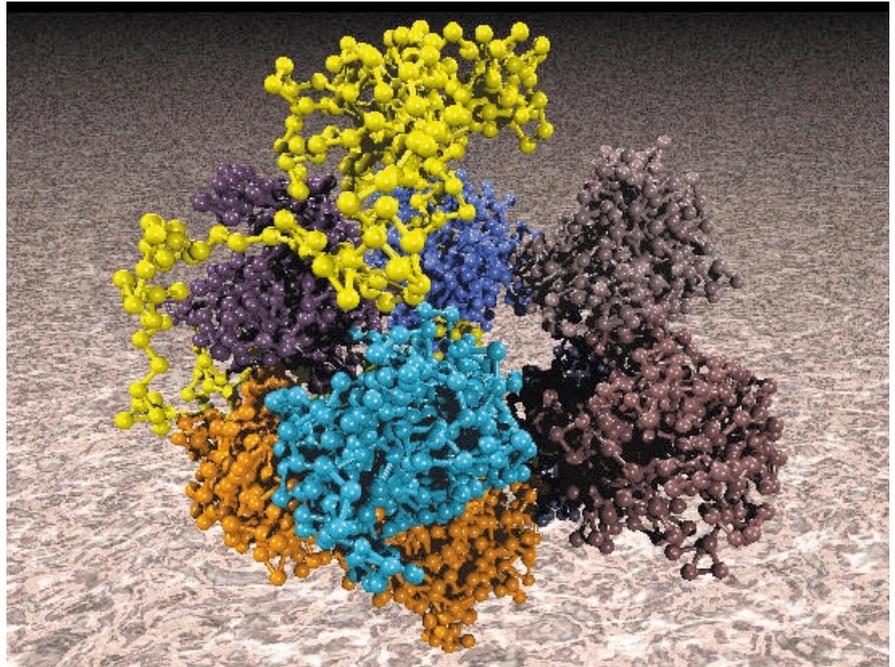
standsverteilungen genetischer Marker im Zellkern und konfokalen Mikroskopieaufnahmen verglichen. Schon vorliegende Sequenzdaten dienen zur Vorhersage der lokalen Struktur von DNA-Abschnitten, deren globale Organisation dann mit kürzlich entwickelten dynamischen Modellen vorausgesagt werden kann. Um die postulierten interchromosomalen Räume nachzuweisen, wird die intrazelluläre Diffusion fluoreszierender Marker mit Hilfe der Fluoreszenzkorrelationspektroskopie untersucht.

Eine wichtige weitere Möglichkeit der Modellvalidierung besteht darin, die intrazelluläre Diffusion fluoreszierender Marker mit Verfahren der Fluoreszenzkorrelationspektroskopie (Fluorescence recovery after photobleaching FRAP) zu untersuchen.

Neue mikroskopische Techniken wie die axialtomographische konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie, die axialtomographische Wellenfeldmikroskopie, die am European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg von Dr. Ernst Stelzer und seinen Mitarbeitern entwickelte konfokale Theta-Mikroskopie und die am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen von Dr. Stefan Hell und Mitarbeitern entwickelte 4-Pi-Mikroskopie sollen weiterentwickelt werden, um der Genomforschung die für 3D-Untersuchungen benötigte Auflösung jenseits des Abbé-Limits erzielen zu können. Kommerzielle Instrumente sind zur Zeit noch nicht in der Lage, die benötigten Daten sehr hoher dreidimensionaler Auflösung zu liefern.

Schließlich soll mit dreidimensionaler Bildverarbeitung unter anderem die Trennung insbesondere schwacher Fluoreszenzsignale vom Hintergrund erreicht werden, zudem die Bildgebung von differentiell markierten Genomabschnitten, die dreidimensionale Bildrekonstruktion aus Aufnahmen mit den oben angegebenen mikroskopischen Techniken und die morphologische Untersuchungen von Chromosomendomenen.

Insgesamt müssen bei dem Vorhaben spezifische Regionen des Genoms markiert, mit hochauflösender 3D-Fernfeldmikroskopie registriert, mit 3D-Bildverarbeitungsmethoden eva-



Mit Hilfe der Fluoreszenz in situ Hybridisierung (FISH) und der dreidimensionalen Laser-Scanning-Mikroskopie konnte vor einigen Jahren erstmals die territoriale Organisation der Chromosomen im Interphasezellkern sichtbar gemacht werden. Ausgehend von diesen Beobachtungen wurde 1993 von Christoph und seinem Bruder Thomas Cremer, P. Lichter und R. Zirbel das ICD (Inter Chromosome Domain) Modell vorgestellt. Weitergehende Untersuchungen ergaben als Unterstruktur dieser Territorien die „Subchromosomal Foci“, die im Durchmesser etwa 400 - 700 nm groß sind und einen DNA-Gehalt von ca. einer Million Basenpaaren haben. Der weitere Organisationsgrad dieser „Subchromosomal Foci“ ist noch unklar. Die Abbildung zeigt die Simulation einer möglichen Organisationsform (Abb. Gregor Kreth/m. freundl. Gen. Christoph Cremer; ähnl. „nature REVIEWS Genetics“, April 2001).

luiert und die dabei gewonnenen quantitativen Parameter mit den theoretischen Modellrechnungen verglichen werden. Umgekehrt ergeben sich aus den Modellrechnungen Vorhersagen, die mit Hilfe spezifischer Markierung (FISH), 3D-Mikroskopie und Bildevaluierung getestet werden. Diese gegenseitige Synergiewirkung läßt – auch unter Berücksichtigung des wissenschaftlichen Umfeldes in Heidelberg – wesentliche Beiträge zum Verständnis der dreidimensionalen Organisation des Genoms und seiner Bedeutung bei der differentiellen Steuerung von Genaktivitäten erwarten. Die Entwicklungen sollen damit Grundlagen für ein Verständnis der Struktur und Dynamik spezifischer 3D-Strukturen des Zellkerns bei Entwicklung, Differenzierung und möglicherweise Pathogenese liefern.

Bis heute ist die deutsche Industrie weltweit führend in der Entwicklung und der Produktion von Fernfeldmikroskopen. Folglich bieten die Eingliederung hochauflösender Mikroskopietechniken in die quantitative Analyse der 3D-Organisation des Ge-

noms und die Optimierung von Laboraufbauten hin zu allgemein verwendbaren Apparaturen die Möglichkeit, ihre Eignung in der Biologie in einer neuen Dimension zu demonstrieren. In einer langfristigen Perspektive der zukünftigen quantitativen Biologie und Medizin wird dies eine gesteigerte Nachfrage zur Folge haben, die einen Technologie- und Entwicklungsschub in optischer Produktion bewirken soll. Dies soll weitere Perspektiven eröffnen und weiterhin ein wirtschaftlicher Anstoß an die optische Industrie sein, neue Ansprüche biomedizinischer Benutzer zu erfüllen.

Anders verhielt sich übrigens van Leeuwenhoek, der im Laufe seines 91-jährigen Lebens etwa 550 Linsen schliiff und am Ende über 200 Mikroskope besaß, von denen er später 26 der Royal Society schenkte: Er hütete die Kunst des Linsenherstellens als Geheimnis, so dass die Bakterien erst wieder beobachtet werden konnten, als es im 19. Jahrhundert gelang, bessere mehrlinseige Mikroskope zu bauen. RK

# Metallauflösung hochaufgelöst

Trinkwasser ist kein aggressives Medium, allerdings wird es weltweit in großen Mengen in Rohren „verpackt“ vom Wasserwerk zum Verbraucher gepumpt. Diese Rohre sind häufig aus Metall und unterliegen daher der Korrosion. Das ist solange kein Problem, wie die drei Kriterien für die Wasserversorgung durch die Veränderungen der Metalloberflächen nicht verletzt werden: Verbraucherschutz, Umweltschutz und Langlebigkeit.

Bei der Erfüllung dieser Anforderungen werden z.B. in Deutschland Wasserwerke, Installateure und Planungsbüros von der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) unterstützt. Das vom DVGW vergebene Prüfzeichen für Teile, die mit Trinkwasser in Berührung kommen und die technischen Normen gewährleisten eine sichere Versorgung auf der Höhe des Standes der Technik. Forschungsvorhaben zusammen mit Wasserwerken, Bundes- und Landesbehörden tragen zur Weiterentwicklung des technisch-wissenschaftlichen Niveaus der Wasserversorgung bei.

## Kupfer unter die Lupe genommen – Extended Focus

Das Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe ist eine Forschungs- und Beratungseinrichtung des DVGW, die Wasserwerken und Behörden als Ansprechpartner in technischen Fragen zur Verfügung steht. Ein aktuelles Forschungsvorhaben des Bundesforschungsministeriums und des DVGW befasst sich mit der Flächenkorrosion des Kupfers in Trinkwasserinstallationen. Dieser Werkstoff ist wegen Langlebigkeit sowie wegen günstiger hygienischer und mechanischer Eigenschaften weit verbreitet, unterliegt aber wie alle Metalle (und Kunststoffe) dennoch gewissen Alterungsprozessen. Die Flächenkorrosion führt zwar im Unterschied zur Lochkorrosion nicht zum Rohrbruch, allerdings kann es in Abhängigkeit von Wasserzusammensetzung und Betriebsweise zu erhöhten Kupferabgaben kommen.

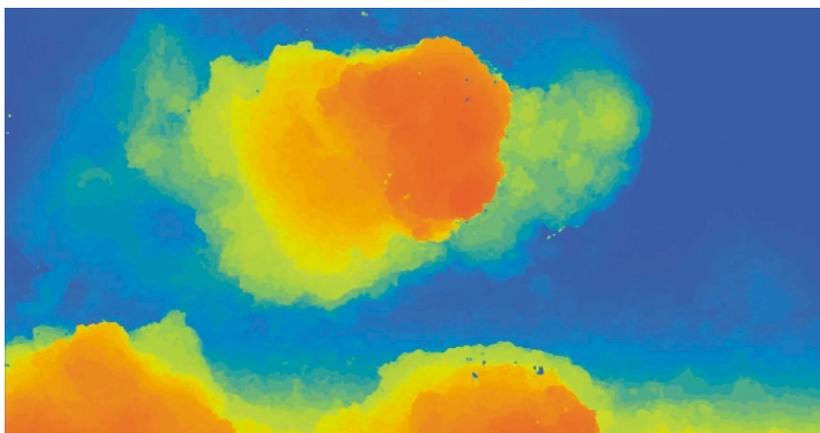


Abb. 1: Malachitstruktur im korrodierten Kupferrohr, Falschfarbenhöhenkarte, Höhe 4,6 mm

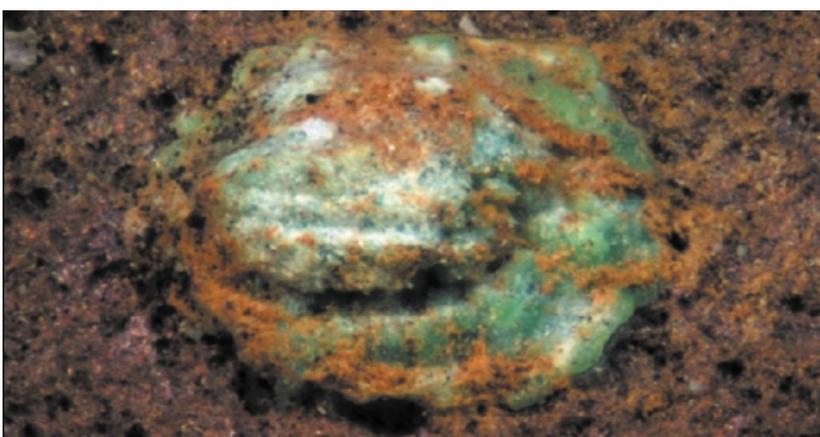
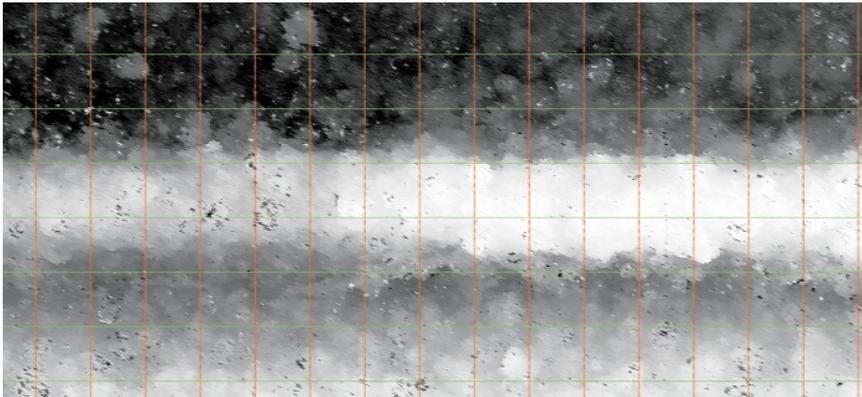
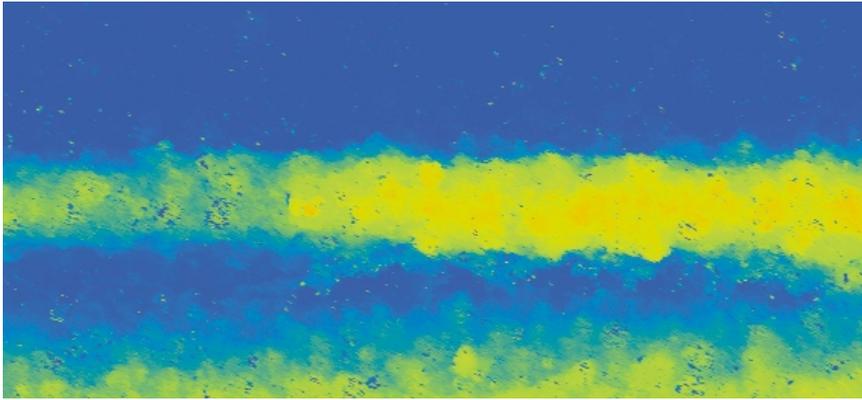


Abb. 2: Malachitkorrosionspustel auf Kupferrohr (100-fach)

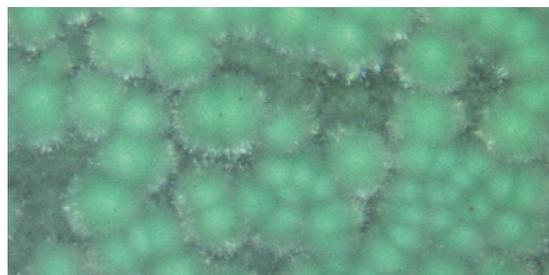


Abb. 3: Malachitstruktur im korrodierten Kupferrohr, Originalgröße 11,11 × 8,65 mm, Gesamthöhe 4,6 mm

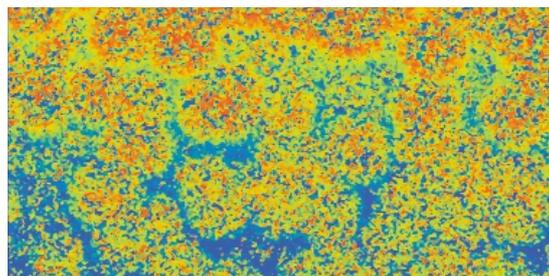


**Abb. 4:**  
Schweißnaht; Falschfarbenhöhenkarte, Höhenunterschied zwischen höchstem (rot) und tiefstem (blau) Punkt: 890  $\mu\text{m}$

**Abb. 5:**  
Schweißnaht; Grauwertkarte mit Messnetz, Gesamthöhenunterschied zwischen höchstem (weiß) und tiefstem (schwarz) Punkt: 890  $\mu\text{m}$



**Abb. 6:**  
Schweißnaht-Bild  
1249 Bilder (50-fach) in 59 Ebenen, Originalgröße des Bildes 8,645 3,705 mm, Gesamthöhenunterschied im Bild 890  $\mu\text{m}$



**Abb. 7 + 8:**  
Malachitschicht auf Kupfer (200-fach) mit Falschfarbenhöhenkarte

Die breite Anwendung des Kupfers ist Grund genug, die Mechanismen des Grenzflächeneffekts „Korrosion“ und damit die Grenzflächen selbst einmal genauer unter die Lupe – präziser müsste man sagen „hochaufgelöst unter das Mikroskop“ zu nehmen. Dabei kommt das hierfür entwickelte Anwendungsmodul „Extended Focus“ innerhalb der Material Workstation Leica Q550MW erstmalig zum Praxiseinsatz. Mit Hilfe dieses erweiterten Fokus ist es möglich, einzelne Strukturobjekte auf der Oberfläche auch dann noch vollständig scharf auf dem Bildschirm darzustellen, wenn diese größer als die lateralen Bildabmessungen und die Tiefenschärfe des eingesetzten Objektivs sind. Und das funktioniert so: Computerunterstützt wird die Probe gescannt, und zwar in mehreren im gleichen Abstand übereinanderliegenden Ebenen, die ihrerseits wieder aus mehreren Einzelbildern bestehen. Eine nachgelagerte Rechenprozedur fügt die Bilder einer Ebene als Mosaik zusammen, ermittelt aus dem Bilderstapel die scharfen Teilbereiche der einzelnen fokalen Ebenen und erzeugt daraus das scharfe Extended Focus-Bild.

Damit wurde der Anwendungsbereich der Lichtmikroskopie in Bereiche erweitert, die bisher aufwändigeren Verfahren (Rasterelektronenmikroskopie, konfokale Laserscanning-Mikroskopie) vorbehalten waren. Neben der detailgetreuen Wiedergabe der Oberfläche enthält das fertige Extended Focus-Bild auch noch die Höheninformation, die als Grauwert und auch als Farbkarte zur Verfügung steht. Die Grauwertkarte lässt sich für Profilmessungen einsetzen und erlaubt eine quantitative Erfassung des Oberflächenreliefs, die für einfache 3D-Rekonstruktionen und Messaufgaben herangezogen werden kann. Wenn nötig, kann man in nachgelagerten Rechenschritten – wie im Beispiel der Höhenbestimmung einer Schweißnaht in einem Stahlrohr gezeigt – auch noch die Rohrkrümmung herausrechnen.

Diese Technik wird aktuell am Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe zur Erforschung der Vorgänge bei der Flächenkorrosion des Kupfers eingesetzt, um so Verbraucher- und Umweltschutz sowie die Versorgungssicherheit der Wasserversorgung weiter zu verbessern. *Till Merkel, TZW (mit freundl. Gen. Leica Microsystems)*

BIOTECHNICA 2001 in Hannover

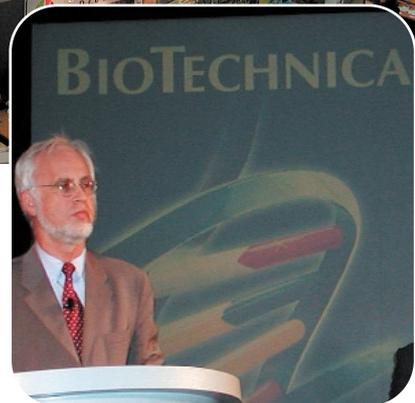
# Vorsichtig bei der Zeitachse sein

Die Themafrage des BIOTECHNICA-Eröffnungssymposiums „Das Erbgut ist entschlüsselt – Revolution im Gesundheitswesen?“ beantwortete Wolf-Michael Catenhusen sinn- gemäß mit den Worten: „Jawohl, wir haben eine Reihe sinnvoller Zielset- zungen für die Genomforschung. Es lohnt sich, mit Energie in die ent- sprechenden Visionen hineinzuge- hen. Allerdings sollte man nicht si- cher sein, ob bestehende Probleme in diesem Bereich und dessen An- wendungen in zehn Jahren gelöst werden können. Hinsichtlich der Zeitachse gilt es, vorsichtig zu sein. Es ist eine langfristige, dauerhafte Strategie gefragt“.

Diese Einschätzung des Parlamen- tarischen Staatssekretärs des Bun- desministeriums für Bildung und For- schung, der in Vertretung für Ministe- rin Edelgard Bulmahn gekommen war, teilten auch die anderen hochkarätige Vertreter aus Politik, Wissenschaft und Industrie, die über die Chancen und Ri- siken der Genomforschung referierten. Catenhusen freute sich, dass Deutsch-



land seinen Spitzenplatz in der Biotechnologie in Europa haben ausbauen können. Allein im ver- gangenen Jahr habe die Anzahl der Beschäftigten in diesem Bereich



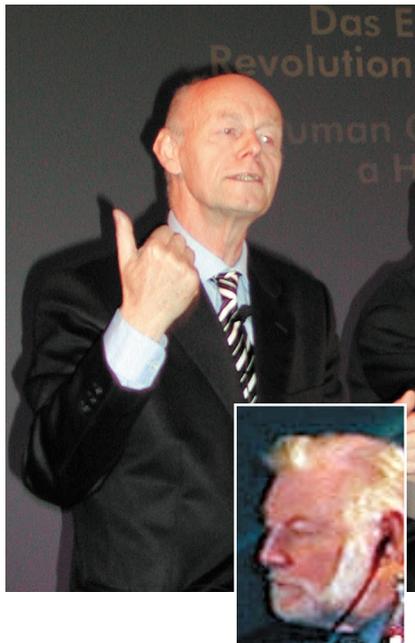
Neben Staatssekretär Catenhusen (3. v.l. sowie Foto rechts oben; darüber: Blick in die Halle 2 der Messe) nahmen (v.l.) Prof. Detlev Ganten, Stiftungsvorstand des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in Berlin, Dr. Andreas Barner, Mitglied des Vorstandes der Boehringer Ingelheim GmbH, Ingelheim, Prof. Walther Ch. Zimmerli, Präsident der Universität Witten/Herdecke sowie (v.r.) Dr. Friedrich von Bohlen, Vorsitzender des Vorstandes der LION Bioscience AG in Heidelberg und Dr. Ron James, Managing Director PPL Therapeutics, Edinburgh an dem Symposium teil. Moderator war Christian Schwägerl, FAZ (alle Fotos: Kickuth).



um 31 Prozent zugenommen. Dies müsse so bleiben, und der Bund fördere als unterstützende Maßnahme das Rahmenprogramm Biotechnologie in den nächsten fünf Jahren mit 1,5 Milliarden Mark. Strategische Bedeutung komme innerhalb der Biotechnologie der Genomforschung zu, die allein bis zum Jahre 2003 870 Millionen Mark vom Bund erhalte. Die Projektmittel hätten sich hier in den letzten Jahren verdreifacht. Hinter den USA nehme Deutschland auf diesem Gebiet mittlerweile den 2. Platz ein. Die Unternehmen täten das ihrige, um sich strategisch besser aufzustellen. Nachdem sie am Neuen Markt nicht immer in der Lage sein könnten, in ausreichendem Maße Kapital für ihre Arbeiten aufzunehmen, führen etliche jetzt eine Doppelstrategie und arbeiteten daran, sich für die Nasdaq zu qualifizieren.

Hinsichtlich der Forschungsentwicklung meinte der Staatssekretär, die Ergebnisse der Genomsequenzierung müssten strukturell in die Gesundheitsforschung der Universitäten eingebunden werden. Dies sei ein Mittel, die „Revolution“ in die richtigen Wege zu leiten. Ebenso gehe es darum, die Diskussion in der Öffentlichkeit fortzuführen. Bislang habe man damit gute Erfahrungen gemacht. Eine Revolution könne nur dann erfolgreich sein, wenn die Gesellschaft offen dafür sei. Demzufolge gebe man auch fünf Prozent der Biotechnologie-Fördermittel für die Beantwortung gesellschaftlicher und ethischer Fragen aus, aber auch, um geeignete rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Hier habe die Politik eine Bringschuld.

**Prof. Dr. Detlev Ganten** machte auf das Problem sehr kontroverser Diskussionen aufmerksam. Viele überschätzten die Genomforschung, andere unterschätzten sie. Er selbst meint, die Unterschätzung überwiege, und illustriert: Als eine erste Revolution habe vor vier- bis fünfhundert Jahren die Anatomie dazu geführt, das Bild vom Menschen zu ändern, hätte erstmals Blicke in ihn erlaubt. Später hätte Virchow die Funktion der Zelle herausgestellt und damit Erkenntnisse für Gesundheit und Krankheit gewonnen. Nun habe man über die Genomforschung einen ganz neuen Zugang zum Menschen, könne ihn quasi von innen



Laut Prof. Detlev Ganten wird die Stammzellenforschung die Welt so schnell nicht revolutionieren. Vielleicht hatte er da noch nicht mit Dr. Ron James (kleines Foto) gesprochen. Der Brite kündigte eine „Black box“ an, mit der man embryonale Stammzellen ohne Embryonen erzeugen könne; er hoffe auf eine Patentierung in wenigen Monaten.

heraus untersuchen. Das hätte beispielsweise zu dem neuen Forschungszweig Anthropogenetik geführt, die die Frage beantworten will: Woher kommt der Mensch? Ganten beantwortet die Frage mit den jüngsten Forschungsergebnissen: „Wir stammen von einigen wenigen Familien in Afrika ab, die dort vor etwa 50000 Jahren gelebt haben. Das wissen wir aus den genetischen Untersuchungen, auch wenn wir nicht sagen können, ob die Vorfahren blau, rot oder schwarz waren.“ Die Genforschung schaffe ein ganz neues Bild vom Menschen, woraus aber auch eine Sorge um die Allmacht der Wissenschaft resultieren könne. Die Wissenschaftler würden sich jedoch selbst ständiger Kritik unterwerfen. Von Einzelfällen abgesehen, habe die Wissenschaft nie am Konsens mit der Öffentlichkeit vorbei gearbeitet.

Bezüglich der Entwicklungsmöglichkeiten der Biotechnologie schätzte der Mediziner, er erwarte pragmatische Entwicklungen wie die Herstellung von Naturstoffen mit Hilfe der Pharmakogenetik. Ebenso sei es möglich, durch Genomanalyse die Organabstoßung nach Transplantationen viel besser zu beherrschen, auch den Abbau

der dabei eingesetzten aggressiven Medikamente. Ebenso ließe sich die Empfindlichkeit von Krebszellen für bestimmte Medikamente prüfen und so die Behandlung optimieren.

Die Stammzellenforschung beispielsweise werde die Welt so schnell nicht revolutionieren. Anwendungen dafür gäbe es am ehesten im Tissue Engineering.

Zur Stammzellenforschung dürfte es bald eine überraschende Entwicklung aus Großbritannien geben. **Dr. Ron James** von PPL Therapeutics, bekannt geworden durch das geklonte Schaf Dolly, hielt es schon für möglich, das es in zehn Jahren Menschen geben könnte, denen ein neues, aus einzelnen Zellen gezüchtetes Organ oder ebenso gewachsenes, neues Gewebe eingesetzt werde. Nach etlichen Fortschritten bei der Arbeit mit Stammzellen, bei denen es zunächst wichtig gewesen wäre, sie robust genug für Experimente im Labor zu machen, könne man jetzt möglicherweise die angestrebten Ziele, neues Gewebe entstehen zu lassen, auch mit nicht-embryonalen Stammzellen zu erreichen. So sei es gelungen, aus typischerweise Blut produzierenden Knochenmarkszellen Herzmuskelzellen wachsen zu lassen.

Dann sprach der britische Wissenschaftler noch von einer geheimnisvollen „Black box“, für deren Inhalt man sich gerade um Patentierung bemühe. Sie solle es ermöglichen, embryonale Stammzellen ohne Embryonen zu erzeugen. Beispielsweise sei es gelungen, aus Hautzellen von Rindern embryonale Zellen zu erzeugen. Insgesamt werfe die Arbeit mit Stammzellen aber noch viele Probleme auf (siehe dazu auch den Artikel von Dr. Katja Prella in CLB 7/2001, Seiten 244-249: „Stammzellenforschung und therapeutisches Klonen“).

Auch James denkt, dass zunächst weniger spektakuläre Einsätze der Stammzellenforschung erfolgen. Ein Beispiel dafür sei die Behandlung von Diabetes. Bislang würden die Insulingaben durch die batchartige Dosierung den tatsächlichen Körperbedarf kaum treffen. Mit neuen Insulinzellen hingegen ließe sich möglicherweise jedoch eine ursächliche Behandlung der Krankheit erreichen; die Nebenwirkungen jetziger Behandlung fielen fort.

Einen ersten Erfolg habe man jetzt in Kanada erzielt; es gebe dort drei Patienten, bei denen neue Pankreaszellen in der Leber arbeiteten und den Zuckerspeicherhaushalt wie sonst von der Bauchspeicheldrüse aus regulierten.

**Dr. Andreas Barner**, Forschungsleiter bei Boehringer Ingelheim, einem der weltweit größten Hersteller biopharmazeutischer Produkte, schätzt, dass trotz der unendlich vielen neuen Ziele, die sich aus Arbeiten der die Genforschung begleitenden Proteomforschung ergäben (siehe auch diese CLB, Seiten 377 und 378), die Produktivität der Pharmaindustrie hinsichtlich der Entwicklung neuer Arzneimittel in etwa gleich hoch wie bisher bleibe. Dafür entscheidend seien die Kosten für die Entwicklung nur eines neuen Mittels, die derzeit nach Angaben von Boston Consulting bei 880 Millionen US-Dollar lägen. **Kritisch merkte er an, dass innerhalb der EU in Deutschland mit die wenigsten innovativen Arzneimittel eingesetzt würden;** nur Portugal schnitte hier schlechter ab. Die Medizin hierzulande tue sich schwer, neue Erkenntnisse aufzunehmen. An die Politik richtete er daher das Anliegen, die Randbedingungen für Innovationsakzeptanz zu verbessern.

Auch der Chef des Heidelberger Bioinformatik-Unternehmens Lion Bioscience, **Dr. Friedrich von Bohlen**, sparte nicht mit Kritik. **Er bemängelte insbesondere fehlende Professionalität im Management von Fördergeldern.** Bei Lion liefе jede Woche ein Fax von einer US-Universität ein, in dem zum Bieten für eine Entwicklung aufgerufen werde. Hier hätte sich eine Universitäts-Arbeitsgruppe gefreut, 20 000 Euro für eine Entwicklung erhalten zu haben. „Ein Verlustgeschäft für die Uni, wenn man erkennt, dass die Entwicklung normal zwei Millionen Euro gekostet hätte,“ betont von Bohlen. Dies sei „eine Subvention der schlimmsten Sorte“. Verantwortlich für diese Einstellung seien u.a. die Technologietransferstellen der Universitäten, da zu wenig geeignete Leute vorhanden wären und zudem die „richtige Denke“ fehle. Nur wenn sich hier etwas ändere, käme es zu einem wünschenswerten Kapitalrückfluss in die Universitäten, würde hier so die For-

schung fördern. In den Universitätsinstituten selbst tue man sich jedoch mit eingeworbenen Mitteln schwer, wolle sie am liebsten nicht ausweisen mit dem Hintergedanken: „Dann werden meine Fördergelder gekürzt“. Hier müsse etwas getan werden.

Ein Problem für die Bioinformatik selbst beleuchtete von Bohlen mit einem Vergleich. Zur Zeit verdoppele sich die Datenmenge in der Biotechnologie etwa alle sechs bis neun Monate. Hingegen verdoppele sich die Computerleistung gemäß des immer noch geltenden Moor'schen Gesetzes nur alle 18 Monate: „Die Informationstechnik kann vielleicht nicht das liefern, was auf uns zukommt“, mutmaßt von Bohlen.

Die Biotechnologie-Szene in Deutschland betrachtete der Unternehmer ebenfalls mit Skepsis. Zwar hätte man im vergangenen Jahr die hohen Wachstumsraten hinsichtlich neuer Firmen und Mitarbeiter erreicht (siehe in dieser Ausgabe Seite 388), aber in den USA sei die Entwicklung viel stetiger als hierzulande. Das zeige sich auch im Durchschnittsalter der Beschäftigten, bei dem die Zahl 40 so etwas wie einen positiven Benchmark bedeute. Sie sei in den USA und in an-

deren europäischen Ländern gegeben. In Deutschland liege das Durchschnittsalter der in der Biotechnologie Beschäftigten hingegen bei 30 Jahren. Von Bohlen schloss: „Es wird passieren, dass auch Flaggsschiffe deutscher Biotechnologie-Unternehmen in Konkurs gehen.“

**Prof. Dr. Walther Zimmerli**, Präsident der Universität Witten/Herdecke, mahnte als Philosoph, wenn man jetzt das ABC kenne (das Genom entschlüsselt habe), solle man nicht denken, gleich Goethe lesen, geschweige denn schreiben zu können. Dennoch sprach er sich gegen übermäßige Regulation aus. Die Wissensgesellschaft bilde einen Wissensmarkt, und der Markt sei stärker als Regulation. Gerade die Deutschen jedoch wollten alles mit Prinzipien lösen, nicht jedoch die eigene Urteilskraft stärken. **„Was fehlt, ist elementare Urteilskraft“**, meint Zimmerli mit dem Bild eines Zellhaufens in einer Petrischale, der hier Embryo genannt wird, als anschauliche Erläuterung. Man müsse neu überlegen: Wo greift die Ethik? In großen Teilen der Welt herrsche anders als hier eine Ethik der Utiliarisierung. *Rolf Kickuth*

## STELLENMARKT

### Rubikon

Agentur und Verlag für technische und wissenschaftliche Fachinformation

Wir suchen eine(r) Naturwissenschaftler/in oder Ingenieur/in mit journalistischen Interessen. Aufgabe ist die sofortige Übernahme von Redaktionsarbeiten, je nach journalistischer Vorkenntnis auch in einem verkürzten Volontariat mit anschließender Anstellung als

### Redakteur/in.

Gefragt sind analytisches Denken, Kontaktfreudigkeit, Organisationstalent. Basisarbeit besteht im Desktop-Publishing. Senden Sie uns Ihre Kurzbewerbung mit Foto per Post oder als E-mail. Agentur & Verlag Rubikon, Bammentaler Str 6-8, 69251 Gaiberg, E-mail: service@clb.de

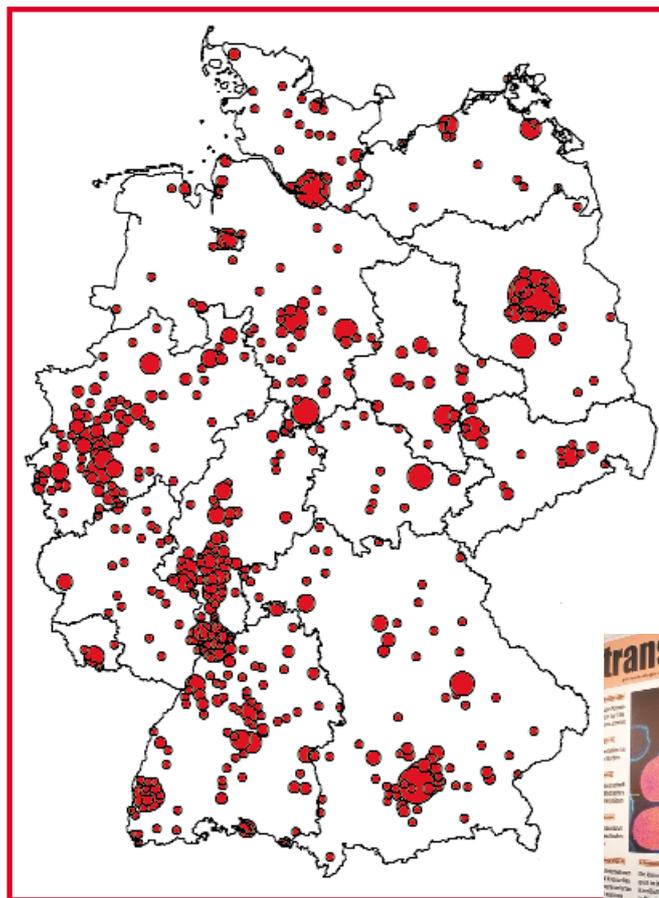
Biotechnik legt zu

# 604 Firmen

Ein für Deutschland überraschendes Ergebnis erbrachte die diesjährige Biotechnologie-Branchenstatistik der Biocom AG, die gerade ihr „BioTechnologie Jahr- und Adressbuch 2002“ veröffentlichte: Obwohl Konsolidierungen in Form von Firmenübernahmen und auch Pleiten im laufenden Jahr zugenommen hätten, sei unerwartet die Zahl der Biotech-Unternehmen gegenüber dem Vorjahr erneut deutlich angestiegen, und zwar auf 604 Unternehmen (+66). Bei den 525 kleineren und mittleren unter ihnen arbeiten 19800 Mitarbeiter.

Das BioTechnologie Jahr- und Adressbuch unterscheidet nach wie vor Firmen der Kategorie I – das sind Biotech-Unternehmen im engeren Sinne, die zumeist an biotechnischen Produkten forschen oder solche produzieren – und der Kategorie II, in der Firmen mit überwiegender Ausrüstungs- bzw. Zuliefercharakter gezählt werden. Laut der aktuellen Firmenstatistik zum Herbst 2001 gibt es in beiden Kategorien deutlich mehr Unternehmen als im Vorjahr. In der Kategorie I sind es wie schon genannt 604 Firmen, in der Kategorie II 720 Firmen (+49). Zu diesen Biotechnik-Unternehmen kommen noch 298 Anbieter von Beratungsleistungen, Servicefirmen, Finanzierungsspezialisten und sonstige hinzu, so dass die Biotechnologie-Branche in Deutschland zum Erhebungszeitpunkt im Herbst diesen Jahres 1.622 Firmen zählt. Zur Kategorie I ist anzumerken, daß diese nicht nur die kleineren und mittleren Biotech-Firmen, sondern auch 79 Großunternehmen bzw. Konzerne umfasst, die stark in der Biotechnologie engagiert sind, diese jedoch nicht zum alleinigen Geschäftsgegenstand haben.

Die zehn größten Standort-Regionen nach Unternehmenszahl Katego-



Insgesamt 1.622 Unternehmen beschäftigen sich in Deutschland mit Biotechnologie. Auch in den neuen Bundesländern gibt es inzwischen attraktive Standorte (Abb.: Biocom AG).

Unten: Freut sich auf der BIOTECHNICA über die neuen Zahlen: Andreas Mietzsch, der Chef der Biocom AG und Chefredakteur des Flaggschiffs „transkript“



rie I (in Klammern) sind: Berlin und Umland (92), München und Umland (76), Düsseldorf/Köln/Aachen (44), Göttingen./Braunschweig./Hannover (38), Heidelberg/Mannheim (35), Frankfurt/Wiesbaden/Darmstadt (35), Freiburg und Umgebung (26), Leipzig/Halle/Jena (25), Hamburg und Umland (20) sowie Stuttgart/Reutlingen/Tübingen (19).

Die „rote Biotechnik“, also der Bereich Medizin und Pharma, bildet für die meisten Biotech-Unternehmen – 85 Prozent – den Schwerpunkt ihrer Tätigkeit. „Grüne“ Agro-Biotechnik folgt mit 11 Prozent auf Rang 2, während nur 4 Prozent hauptsächlich im Umweltschutz, der „grauen“ Biotechnik, tätig sind. Rund die Hälfte der befragten Kategorie I-Unternehmen (52%) gab an, Patente oder Lizenzen zu halten, 13 Prozent verneinten dies. Rund 35 % machten hierzu keine Angaben.

Nach wie vor ist die Biotechnik-Branche recht jung, mehr als die Hälfte (57%) der Kategorie I-Firmen ist noch keine fünf Jahre alt. Die Zahl der Mitarbeiter ist ein wichtiges Kriteri-

um, um die Wettbewerbs- und damit Überlebensfähigkeit eines Unternehmens einschätzen zu können. Nur rund ein Fünftel der Unternehmen verfügt über mehr als 50 Beschäftigte. 36 Prozent haben maximal 10 Beschäftigte. Diese Zahlen legen nahe, dass die Konsolidierung der Branche noch nicht weit fortgeschritten ist. Hier sind in der Zukunft stärkere Verschiebungen in Richtung größerer Unternehmenseinheiten zu erwarten. Im internationalen Vergleich gelten viele der in den vergangenen Jahren gegründeten Biotech-Start-ups in Deutschland als zu klein, um im Wettbewerb auf Dauer bestehen zu können.

Insgesamt sind in Deutschland rund 19800 Menschen in der Biotechnik-Branche (Kategorie I) beschäftigt. Diese Zahl beinhaltet nicht die biotechnisch ausgerichteten Arbeitsplätze, die direkt in Großkonzernen angesiedelt sind – speziell ausgegründete Biotech-Gesellschaften sind mitgezählt. Der Gesamtumsatz der Biotech-Branche (Kat. I) in Deutschland liegt bei 1,5 Milliarden Euro – ohne die Großkonzerne.

BIOTECHNICA

# Marktplatz für Forschung

**Dem hohen Forschungsanteil der Biotechnologie entsprechend ist die BIOTECHNICA in besonderem Maße auch eine Ausstellung von Universitäten und Forschungsinstituten.**

Fraunhofer-Forscher haben einen **Photobioreaktor entwickelt, in dem Mikroalgen kostengünstig gezüchtet werden können.** Algen liefern essentielle Fettsäuren, hochwertige Farbstoffe und lebenswichtige Vitamine. Um das enorme Potenzial der Algen richtig nutzen zu können, müssen sie im industriellen Maßstab gezüchtet werden. Bislang scheiterten jedoch fast alle Versuche, die winzigen Organismen in großen Mengen wirtschaftlich aufzuziehen. Der Grund: In Großanlagen werden die Algen nicht optimal mit Licht versorgt. „Da die Algen an der Oberfläche das Licht absorbieren, ist es bereits nach wenigen Millimetern Tiefe dunkel. Die Organismen im Inneren der Anlage erhalten kein Licht und wachsen nicht“, beschreibt Henrike Henschen vom

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB die Problematik. Forscher des IGB haben daher gemeinsam mit ihren Kollegen vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesystemen ISE einen neuartigen Photobioreaktor konzipiert. Hier werden alle Algen automatisch mit ausreichend Licht versorgt. Die Wissenschaftler nutzen dabei eine Besonderheit der Algen aus: Den winzigen Lebewesen reicht es, wenn sie periodisch für kurze Zeit einem starken Licht ausgesetzt sind. In dem Reaktor sorgen statische Mischer und die eingeleitete Luft für einen kontinuierlichen, gezielten Flüssigkeitsstrom. Dieser transportiert die Algen in regelmäßigen Abständen aus dem unbeleuchteten Reaktorinneren zum Licht an die Oberfläche. Die Dunkelphase ist etwa zehnmal länger, damit die Mikroorganismen die Lichtenergie effizient ausnutzen können.

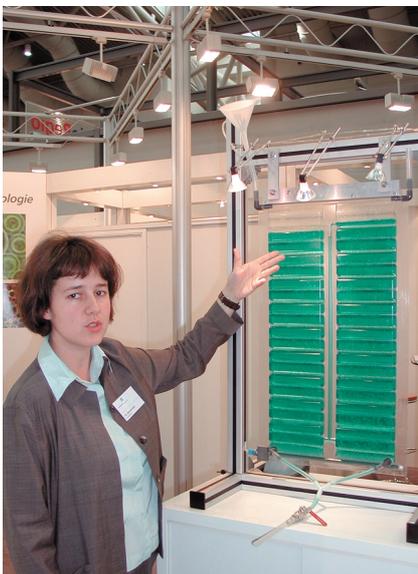
Der neuentwickelte Reaktortyp hat seine Leistungsfähigkeit bereits unter Beweis gestellt. In einem Test wurde die kleinzellige Frischwasseralele Cho-

rella vulgaris in der Anlage erfolgreich gezüchtet. Weiterhin konnten durch den Einsatz von Tiefziehtechnik die Investitionskosten im Vergleich zu anderen Systemen erheblich gesenkt werden. Nun planen die Forscher den Aufbau einer Algenproduktionsanlage in Mecklenburg-Vorpommern.

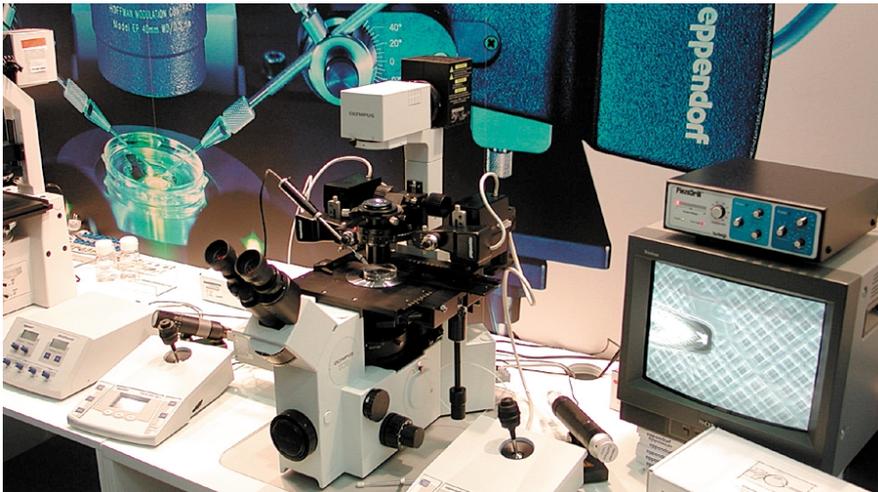
Eine andere Entwicklung der Fraunhofer-Forscher betrifft **Biochip-Lesegeräte**, die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg entwickeln. Mit kompakten Readern soll die Biochip-Technologie beispielsweise Einzug in der Arztpraxis halten, mit dem Ziel, Infektionskrankheiten zuverlässig zu diagnostizieren. Der neueste Reader BCR 401, ein komplexes Gerät für die Forschung, trägt dazu bei, dass die Biochips bei der Herstellung optimiert werden. Mit dem Biochip-Reader BCR 401 lässt sich die Bindungs- und Ablösungsreaktion zwischen Sonden und Proben-DNA direkt verfolgen. So ermöglicht das Gerät, für jeden Biochip-Typ die optimale „Arbeits-Temperatur“ zu ermitteln. Darüber hinaus kann mit dem Gerät das Rezept für die Lösungsflüssigkeit so abgestimmt werden, dass die Ergebnisse im Anwendungsfall aussagekräftig sind.

Das Institut für Bioverfahrenstechnik der Universität Stuttgart präsentierte sich in Hannover mit einem bislang einzigartigen Studiengang. Ziel des Stuttgarter **Studienmodells „Technische Biologie“** ist die Ausbildung zum Diplom-Biologen (technisch orientiert), der gelernt hat, mit Ingenieuren zu kooperieren. Das Institut für Technische Biochemie stellte auch einen Insektizid-Schnelltest für die Lebensmittelanalytik vor. Mit diesem portablen computergesteuerten Minipotentostat sollen sich Proben von Lebensmitteln in kürzester Zeit auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln untersuchen lassen. Weiteres Exponat der Stuttgarter Biochemiker war ein **Programm für die Weiterbildung über das Internet**, BioDELA (Biotechnology Distance Learning). Bei diesem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt kooperieren die Stuttgarter Wissenschaftler mit Kollegen in Vietnam. (<http://www.biodile.uni-stuttgart.de/>).

**Neue Fraunhofer-Entwicklungen: Laut Henrike Henschen (Bild links) wird der Reaktor ab Mitte 2002 von der Firma Subitec in Stuttgart zu beziehen sein. Christian Hoffmann (rechts) demonstriert ein Biochip-Lesegerät, das den Einsatz solcher Chips in Arztpraxen optimieren helfen soll.**



## Proportionale Feinarbeit



Eppendorf zeigte auf der BIOTECHNICA den neuen Mikromanipulator TransferMan NK2. Das Gerät wurde speziell für Arbeitsabläufe entwickelt, bei denen eine proportionale Bewegung des Werkzeugs erforderlich ist.

Die neue Kinetik ist besonders geeignet für die intrazytoplasmische Spermatozoeninjektion (ICSI), den Transfer von embryonalen Stammzellen in Blastozysten und für andere Arbeitstechniken, bei denen die intuitive Kontrolle der Bewegung des verwendeten Werkzeugs erforderlich ist, heißt es bei Eppendorf. Wiederkehrende Arbeitsschritte lassen sich aber auch auf Knopfdruck abrufen; für eine weitergehende Automatisierung ist die externe Ansteuerung über einen Rechner möglich.

Das Werkzeug folgt direkt der Joystickbewegung. Durch einfaches Umschalten kann zwischen Grob- und Feinmanipulation gewählt werden. Darüber hinaus lassen sich drei Arbeitspunkte in allen Raumkoordinaten abspeichern und präzise wieder abrufen.

## Mobil und universell



Der AeroEm ist ein vollwertiger Abzug, der trotz seiner Mobilität alle Anforderungen der Norm für Laborabzüge DIN 12924 T1 erfüllt, erläutert Stefan Holler (Foto), Leiter Marketing bei Waldner Laboreinrichtungen, auf der BIOTECHNICA.

Der Abzug ist mit Rollen und flexiblen Medienanschlüssen ausgerüstet und kann über Steckkupplungen jederzeit an frei wählbaren Standorten aufgestellt werden. Einzige Voraussetzung für eine beliebige Positionierung im Raum ist eine Ausstattung mit dem Medienflügel, der die Medien inklusive des Lüftungsanschlusses flächendeckend bereitstellt. Der AeroEm hat ein vollkommen transparentes Oberteil aus Sicherheitsglas, so dass sein Arbeitsraum von allen Seiten uneingeschränkt einsehbar ist. Dank seiner ausgeklügelten Strömungstechnik mit der unkonventionell von oben nach unten gerichteten Strömung sowie der neuen Zuluft-Stützstrahltechnik hält der AeroEm nicht nur die DIN-Grenzwerte ein, sondern wird sogar spielend leicht mit schweren Gasen wie z. B. Lösemitteldämpfen oder Brom fertig. Selbst in einem Raum ohne Medienflügel muss man nicht auf den AeroEm verzichten. Er wird in diesem Fall einfach statt mit Rollen mit einem Sockel sowie festen Medien- und Lüftungsanschlüssen geliefert und heißt AeroEs.

## Rubikon

Agentur und Verlag für technische und wissenschaftliche Fachinformation

- Zeitschriften
- Broschüren
- Korrespondenzen

verständlich über technische und wissenschaftliche Themen im Zusammenspiel mit Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft

in Eigenproduktion und Auftragsarbeit

[www.rubikon.de](http://www.rubikon.de)

Wir helfen bei Ihrer Kommunikationsaufgabe

## Besser sehen durch schnelles Speichern

Wenn es darum geht, dass schnelle intrazelluläre Vorgänge untersucht werden sollen (Zellbiologie/Neurobiologie), ist das TILLVISION Imaging-System von Olympus in seinem Element. Es erlaubt die Aufnahme von ganzen 30 Frames pro Sekunde.



Laut Dr. Helge Schmidt ist das TILLVISION-System beispielsweise geeignet, den Calciumstoffwechsel in Zellen zu untersuchen (rechts der Monochromator, am Mikroskopische die spezielle Patch-Clamp-Anordnung mit Mikromanipulatoren).

Mit dafür verantwortlich ist ein Monochromator, mit dem sich verschiedene Wellenlängen (Wellenlängenbereich 320 -680 nm) in Sekundenbruchteilen (3 ms) exakt einstellen lassen. Während ein Bild in einem speziellen Bildspeicher eingelesen wird, liefert ein zweiter Bildspeicher seine Daten direkt an die Bildverarbeitung.

Mit dieser Technik ist es möglich, sogar 200 Subframes pro Sekunde aufzulösen. Als ein Anwendungsbeispiel nannte Dr. Helge Schmidt, Applikationsspezialist bei Olympus, die Untersuchung des Calciumstoffwechsels in Zellen. Das Mikroskopsystem ermögliche, lokale Schwankungen von Calciumkonzentrationen in Zellen zeitlich hochaufgelöst darzustellen.

Calciumbasierte Prozesse laufen in Zellen sehr schnell ab und sind daher bislang in der Fluoreszenzmikroskopie kaum darstellbar. Das TILLVISION-Mikroskopsystem lässt sich auch – wie auf der BIOTECHNICA gezeigt – mit einer speziellen Patch-Clamp-Anordnung ausstatten. Dabei handelt es sich um Mikropipetten, die an der Nanotechnik entlehnten mikromechanischen Systemen angebracht sind. Sie werden über Piezoelemente bewegt und sind besonders klein. Daher ist es möglich, mehrere Manipulatoren an einem Mikroskop anzubringen und beispielsweise eine fixierte Mikrotiterplatte schnell zu untersuchen.

### CLB-Bezugsquellenverzeichnis

Das Bezugsquellenverzeichnis in der CLB ist ein schneller und bequemer Einkaufsnachweis für unsere Leser.

Bestellen Sie Ihren Eintrag per Fax: (0203) 73 851 65.

Bei kostenloser Wahl des Stichwortes berechnen wir pro Zeile nur € 4,50 (DM 8,80) plus MWSt.

## Sartorius-Technik: Günstig viel Reinstwasser

In den Markt der Reinstwassersysteme steigt jetzt die Sartorius AG ein. Den Anwendern dürfte besonders entgegen kommen, dass die entsprechenden Systeme der Produktpalette „arium“ sich sehr flexibel einsetzen lassen.

Das beginnt mit einem variablen „Display Dispense“. Je nach Überwachungsposition lässt sich das Anzeigenfeld am Gerät anbringen oder auch separat montieren. Bedeutender ist, dass sich das System mit Zusatzoptionen ausrüsten lässt. Dazu zählt nach Angaben von Heidrun



Heidrun Brandt nennt als Anwendungen der „arium“-Produktpalette HPLC und Atomabsorption, Ionenchromatographie, Massenspektroskopie (ICP/MS) wie auch TOC-Messungen.

Brandt, Vertriebsleiterin Labor Deutschland, beispielsweise eine UV-Oxidationskammer oder auch eine Ultrafiltration. Damit erzielten zellbiologisch arbeitende Anwender beispielsweise eine Endotoxinfreiheit, die bislang wohl einzigartig wäre, und das bei einer Durchflussleistung von bis zu zwei Litern pro Minute. Die exakten Rahmendaten, die die qualitative Leistung des Systems beschreiben, sind ein extrem niedriger TOC-Wert von weniger als 4 oder sogar als 1 ppb, je nach Geräteausführung. Damit werde der Pyrogengehalt des Wassers sicher auf weniger als 0,001 EU/ml reduziert.

Ein Vorteil von „arium“, der sich unmittelbar für den Anwender auszahlte, bestehe in den geringen Kosten für Verbrauchsmaterialien, die das System benötige. Grund dafür seien sowohl eine spezielle Mischung von Austauscherharzen wie auch eine besondere Austauscherharz-Patronenkonstruktion, die zusammen eine besonders lange Standzeit ermöglichten. Sartorius habe in diesem Zusammenhang ein Patent angemeldet. Es stehen verschiedene Patronen-Sets zur Verfügung, um den unterschiedlichsten Anforderungen hinsichtlich Speisewasserqualität und Anwendungen gerecht werden zu können.

Das System verfügt auch über eine integrierte Steuerung. Sie überwacht den jeweiligen Systemstatus und kann bei Bedarf 24 Stunden am Tag hochreines Wasser zur Verfügung stellen. Im Standby-Modus wird das Wasser im System 15 Minuten je Stunde rezirkuliert.

Die Verwendung von inerten und hochreinen Materialien für alle wasserführenden Systemkomponenten schließt nach Angaben des Herstellers eine Rekontamination des produzierten Reinstwassers aus. „arium“-Reinstwassersysteme wurden entsprechend dem DIN/ISO 9001-Qualitätsmanagementsystem entwickelt und hergestellt. Validierungsunterlagen stehen auf Anforderung zur Verfügung.

Ergänzend zu der „arium“-Reinstwasserproduktreihe bietet das Göttinger Unternehmen auch RO-Anlagen (Reversed Osmose) an und komplettiert damit alle Bereiche für die Reinstwassertechnik.

## Sartorius setzt mit 60 Millionen-Euro-Investition neue Industrie-Standards in der Produktion

Bundeskanzler Gerhard Schröder setzte am 28. September das „Werk 2001“ der Sartorius AG in Göttingen offiziell in Betrieb. Zu dem Festakt kamen rund 2.700 Gäste aus Politik, Industrie, Banken, Wissenschaft, Kultur und Belegschaft, unter ihnen Bundesumweltminister Jürgen Trittin und die niedersächsischen Landesminister Thomas Oppermann (Wissenschaft und Kultur) und Wolfgang Jüttner (Umwelt). Bereits am Vormittag diskutieren im Rahmen des „First Sartorius Bio-Tech Forums“ prominente Referenten aus Industrie und Forschung mit rund 200 internationalen Kunden der Sartorius AG aus Pharma- und Biotechnologie-Unternehmen neue Trends in der Biotechnologie. Vorstandsvorsitzender Dr. Utz Claassen betonte anlässlich der Einweihung die Bedeutung des Tages für die Belegschaft, Kunden und Region: „Das neue Werk bedeutet zugleich massive Kapazitätserweiterung und eine Investition in Qualität und umweltgerechte Fertigung. Mit prozessübergreifender Reinraumtechnologie setzen wir neue Standards in der Produktion. Das Werk 2001 ist für uns der strategische Hebel in Richtung auf Qualitätsweltmarktführerschaft.“ Transparente, moderne Industriearchitektur gewährt Einblicke in eine „gläserne Produktion“, die in einem prozessübergreifenden integrierten Reinraumkonzept nach neuestem Stand der Technik ausgelegt ist. Es werden Produkte der Sparte Biotechnologie für die Pharma- und Lebensmittel-Industrie hergestellt. Das Grundstück im Industriegebiet Grone umfasst rund 97 000 m<sup>2</sup>. Davon waren bereits 10 000 m<sup>2</sup> mit dem „Werk 2000“ bebaut. Das ausschließlich für die Sparte Biotechnologie bestimmte „Werk 2001“ umfasst weitere 10 000 m<sup>2</sup>. Mit der Investition verbunden ist der unternehmerische Wille des Sartorius-Konzerns, langfristig am Standort Deutschland Hochtechnologie für den Weltmarkt zu produzieren. Der Bundeskanzler bettete die

Werkseröffnung in einen gesamtpolitischen Rahmen. Global tätige Konzerne wie Sartorius dürften nicht zulassen, dass ihre Offenheit und Fähigkeit, sich mit anderen auszutauschen, gefährdet würde. Mit dem Hinweis darauf, dass



der 38jährige CEO Claassen Sartorius seit seinem Amtsan-



tritt vor ca. fünf Jahren saniert und den Umsatz ungefähr verdoppelt habe, be-



merkte Schröder: „Ich komme in fünf Jahren im gleichen Amt wieder und nehme die erneute Verdopplung zur Kenntnis.“



## BASF startet Kuantan-Komplex

Die größte deutsche Chemieinvestition in Malaysia ist erfolgreich angefallen: BASF PETRONAS Chemicals Sdn Bhd feierte am 4. Oktober die offizielle Eröffnung des World-Scale-Verbundstandortes in der Gebeng Chemical Industrial Zone in Kuantan, Pahang, in Malaysia. Das Unternehmen ist ein 60:40 Jointventure zwischen der deutschen BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, und der staatlichen malaysischen Petroleumkooperation Petroliam Nasional Berhad (PETRONAS). Der Verbundstandort ist der erste der BASF in Asien.

Auf dem 150 Hektar großen integrierten Chemiekomplex will die BASF gemeinsam mit ihrem Partner Chemieprodukte aus drei Wertschöpfungsketten herstellen. Diese drei Wertschöpfungsketten sind Acrylmonomere, Oxoalkohole und Butandiol. Ein Großteil der dafür notwendigen zwölf Produktionsanlagen ist bereits fertiggestellt. Der Acrylkomplex wurde im Juli 2000 abgeschlossen. Die Produktion von Synthesegas, Oxoalkoholen, Phthalsäureanhydrid und Weichmachern wurde im April 2001 aufgenommen. Eine Anlage zur Herstellung von Butandiol soll im vierten Quartal 2002 in Betrieb gehen. Die Investitionssumme für die derzeitigen Projekte an diesem Verbundstandort beläuft sich auf insgesamt 900 Millionen Euro.

Die kombinierte Produktionskapazität der Anlagen wird mehr als eine Million Tonnen pro Jahr betragen. Über 80 Prozent der Produkte werden zu Kunden in der Region Asien/Pazifik exportiert werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den ASEAN-Staaten wie Indonesien, Malaysia, Singapur, die Philippinen und Thailand. Die von BASF PETRONAS Chemicals hergestellten Chemieprodukte werden von den Kunden zu einer Reihe hochveredelter Endprodukte weiterverarbeitet. Dazu zählen Kunststoffe, Klebstoffe, Farben, Lacke, Papier, Babywindeln, Fahrzeug- und Industrielacke, Pharmazeutika, Feinchemikalien, Textilien, Ledererzeugnisse und Hygieneartikel.

Der Verbundstandort in Kuantan ist ein wichtiger Bestandteil der strategischen Ausrichtung der BASF in der Region Asien/Pazifik. Bis zum Jahr 2010 will das Unternehmen 20 Prozent seines weltweiten Chemieumsatzes in dieser Region erzielen. Der dortige Umsatz soll zu 70 Prozent aus lokaler Produktion stammen.

Ein weiterer Schritt in diese Richtung wurde kurz zuvor unternommen, als die BASF am 28. September mit ihrem Partner SINOPEC in Nanjing, China, den Grundstein zum Aufbau eines zweiten Verbundstandort der ASF in Asien legte. Dieses Projekt ist das größte deutsch-chinesische Chemiejointventure in diesem Land.

## Aus den Firmen

**Shimadzu**, weltweiter Hersteller von Geräten der bildgebenden Diagnostik, hat zwei neue Vertriebspartner für seine medizin-technischen Systeme gewonnen. Ab sofort ist für die Postleitzonen 7, 88 und 89 das Unternehmen Schelle Medizintechnik in March bei Freiburg zuständig. Die Postleitzone 0 betreut Böhme Medizintechnik, mit je einem Büro in Radebeul sowie in Landsberg nahe Leipzig. Während Böhme sich auf den Vertrieb von Ultraschall- sowie mobilen Röntgensystemen konzentriert, steht für Schelle der Absatz von Ultraschallgeräten im Mittelpunkt.

Die **Henkel-Gruppe**, Düsseldorf, hat zum 1. Oktober den Geschäftsbetrieb der Kertscher Bauchemie GmbH & Cie., Paderborn, übernommen. Das 1959 gegründete Unternehmen produziert und vertreibt Produkte für bauliche Abdichtungen, Fliesenverlegungen sowie Ausbauprodukte für das professionelle Bauhandwerk. Das Umsatzvolumen der Kertscher Bauchemie liegt bei ca. 9 Mio. Euro im Jahr. Es ist vorgesehen, das Geschäft in die Struktur der Henkel Bautechnik GmbH zu integrieren.

Das deutsch-amerikanische biopharmazeutische Unternehmen **MediGene** (Neuer Markt: MDS) gab Ende September die Erteilung des US-Patents US 6,277,621 bekannt. Dieses Patent schützt die Verwendung von großen DNA-Stücken (bakteriellen artifiziellen Chromosomen = BACs) für die gentechnische Herstellung von Viren für Forschungszwecke und therapeutische Anwendung. Mit Hilfe der BAC-Technologie kann z.B. virale DNA modifiziert, vervielfältigt und für die Produktion von onkolytischen Viren oder Genfähren verwendet werden.

Der Geschäftsbereich Feinchemie der **Degussa AG**, Düsseldorf, hat nach dreijähriger Bauzeit in Galena, Kansas/USA, eine 13-Millionen-Dollar-Produktionsanlage sowie ein Labor zur Qualitätskontrolle fertiggestellt. Die 1000 Quadratmeter große Anlage dient zur Produktion des Ektoparasitizids (S)-Methopren. In Edmonton, Alberta/Kanada, nahm der Geschäftsbereich ein neues cGMP-Labor zur Entwicklung und Produktion hochaktiver Pharmastoffe in Betrieb. Dort lassen sich Mengen im Multi-kg-Bereich produzieren.

## Netzsch übernimmt Holometrix

Die Netzsch-Gruppe übernimmt die Holometrix micromet von der Metrisa Inc., Boston. Holometrix Micromet, ein führender Hersteller von Geräten und Anbieter von Mess- und prüfdienstleistungen zu Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften von Hochleistungswerkstoffen sowie zur Untersuchung von Aushärtprozessen reaktiver Polymere, verschmilzt mit dem weltweit aktiven Bereich „Thermische Analyse“ von Netzsch.

Das neue US-amerikanische Unternehmen, Netzsch Instruments Inc. mit Hauptsitz in Boston, Massachusetts, gehört zum Geschäftsbereich Analysieren & Prüfen der Netzsch-Gruppe, an-

sässig in Selb/Bayern. Unter Netzsch Instruments Inc. sind Holometrix, Micromet und der Bereich Thermische Analyse von Netzsch in den USA vereint. Hiermit entsteht ein Anbieter im Bereich thermische Analyse und thermophysikalische Eigenschaften mit dem breitesten Programm von Messgeräten und Prüfdienstleistungen in den USA und in dem weltweiten Vertriebs- und Service-Netzwerk der bayerischen Unternehmensgruppe. Hauptabsatzmärkte sind Produktionen von Polymeren und Verbundwerkstoffen, Materialien für Luft- und Raumfahrt, Werkstoffe im Automobilbau, Dämmstoffe, Materialien in der Medizin.

## Merck Index

Es ist eine alte Regel, sich vor der Arbeit Informationen zu besorgen, um schneller ans Ziel zu kommen. Eine Fülle von Informationen gibt es im Merck Index. Er enthält Informationen zu Chemikalien, Wirkstoffen und biologisch aktiven Substanzen mit über 10000 Literaturzitaten. Es werden u. a. angegeben: Namen, Synonyme, physikalische Eigenschaften, Synthesvorschriften und Patente. Bei bestimmten Stoffen gibt es sogar Hinweise zum therapeutischen Gebrauch.

Die voll durchsuchbare elektronische Ausgabe des Merck Index wird von der CambridgeSoft Corp. produziert und kann bei der *ADDITIVE GmbH* (Friedrichsdorf/Ts., [www.additive-net.de](http://www.additive-net.de)) bezogen werden. Es gibt drei Varianten; in allen drei Fällen handelt es sich um die 13. Auflage:

- Merck Index CD,
- Merck Index Desktop,
- Merck Index Enterprise.

## EndNote

Die Software EndNote dient zur Recherche in bibliografischen Datenbanken, zur Verwaltung von Literatur und zur automatischen und direkten Erstellung von Bibliografien. Vor kurzem erschien die Version 5, in der u. a. die Integration von Microsoft Word weiter verbessert wurde. EndNote hat nach Angaben des Herstellers *Adept Scientific plc* die Auflage von 300000 bereits überschritten. Die Deutsche Repräsentanz liegt in Händen der *CHEM Research GmbH*: [www.adeptsience.de](http://www.adeptsience.de)

CLB lag die Version 4 vor, deren Handbuch sehr ausführlich ist. Von der Version 5 erhielten wir eine Demoversion; sie kann 30 Tage lang benutzt werden. Bezüglich der Windows-Rechnerausstattung werden keine großen Anforderungen gestellt. Der Einsatz ist ab einem 486er Rechner mit einem 25-MHz-Prozessor möglich. Auf der Festplatte müssen 25 MB freier Speicherplatz vorhanden sein. Für ein bestimmtes Add-In wird Word 95 benötigt. Die in der Version 5 erweiterte „Cite While You Write“-Funktion (Zitate suchen ohne Word zu verlassen) ist kompatibel mit Word 97, Word 2000 und Word 2002

Die erste Variante beinhaltet ChemOffice-Net, die Viewer-Version von ChemOffice Ultra mit ChemFinder. Letzterer wird benutzt, um aus den über 10000 Literaturzitaten zu Chemikalien, Wirkstoffen usw. die gewünschten Informationen zu suchen und auszuwählen.

Die zweite Variante ist in ChemOffice Ultra enthalten. Hier gibt es deutlich mehr Möglichkeiten als in der ersten Variante. Es können Strukturen gesucht, angesehen und analysiert werden, und es kann Molecular Modeling betrieben werden. Weiterhin lassen sich Tabellen für Excel mit chemischen Informationen erzeugen.

Die dritte Variante ist in der Ausstattung von ChemOffice WebServer enthalten. Hier steht die Benutzung des Merck Index für Netzwerke (LAN/WAN) im Vordergrund. Da zum Leistungsumfang von ChemOffice WebServer die Nutzung von Internet oder Intranet sowie Datenbanken gehört, ist bei diesem Paket das Spektrum der Möglichkeiten außerordentlich groß.

(Office XP). Bei der Benutzung von EndNote als Online-Suchmaschine müssen Remote-Datenbanken das Z39.50-Protokoll unterstützen.

Für die **automatische Erstellung von Bibliografien** sind in EndNote rund 700 Formatvorlagen (output styles) enthalten; natürlich kann der Anwender auch seine eigene Vorlage erstellen bzw. eine vorhandene modifizieren. Bei der **Verwaltung bibliografischer Referenzen** kann EndNote als ein elektronischer Karteikasten benutzt werden. Es kann recherchiert, ausgesondert und sortiert werden. Termlisten erleichtern dabei die Arbeit. Für die **Online-Recherche** sind in EndNote über 270 Verbindungsdateien (connection files) enthalten. Sie ermöglichen den Zugang zu bibliografischen Fachinformationsdatenbanken; natürlich ist nur ein Teil gebührenfrei. Treffer können direkt in die EndNote-Datenbank übernommen werden.

Für Anwender, die viel mit Literatur umgehen müssen oder möchten, ist EndNote eine große Hilfe und damit preiswert: EndNote kostet ohne Versandkosten und ohne Mehrwertsteuer DM 695, das Update kostet DM 275. Für Hochschulen, Mehrfach- und Netzwerklizenzen gelten Sonderpreise.

## 10 Jahre Linux

Im September-Heft brachte CLB an dieser Stelle einen kleinen Beitrag zum 10-jährigen Bestehen von Visual Basic. Darüber darf nicht vergessen werden, dass auch Linux in diesem Jahr 10 Jahre existiert. Doch beide Jubiläen kann man nicht miteinander vergleichen. Bei Visual Basic handelt es sich um eine Programmiersprache, Linux dagegen ist ein Betriebssystem. Kein Rechner bzw. Prozessor kommt ohne Betriebssystem aus; das Betriebssystem ist gewissermaßen der Mittler zwischen Computer und Software und damit dem Bediener. Da es unterschiedliche Rechnerarten gibt – z. B. IBM-PC bzw. Kompatible, Macintosh, Workstation –, gibt es auch unterschiedliche Betriebssysteme, z. B. DOS oder Unix.

Linux ist das überaus erfolgreiche Ergebnis der Bemühungen des Finnen Linus Torvalds (vor 10 Jahren noch Informatik-Student), auf einem PC das möglich zu machen, was auf Unix-Rechnern „geht“. Jedoch ging es ihm am Anfang gar nicht darum, ein neues Betriebssystem zu programmieren. Im September 1991 kam Linux 0.01 heraus, erst im Mai 1994 die Version 1.0. Im Januar 2001 soll es rund 15 Millionen Linux-Anwender gegeben haben.

Das Besondere an Linux ist, dass es ein offenes Betriebssystem ist; man spricht hier von „Open Source“. Jeder Linux-Anwender kann hinter die Kulissen seines Betriebssystems schauen. Das ist ungeheuer wichtig für Programmierer, die Software für dieses Betriebssystem entwickeln.

Mittlerweile gibt es Firmen, die sich um den Linux-Vertrieb kümmern. Drei gingen an die Börse und hatten einen guten Start, doch am Ende des vergangenen Jahres lag der Wert dieser Aktien unter dem Ausgabekurs. Viele wichtige Firmen bekannten sich zu Linux. IBM teilte im Dezember 2000 mit, dass man eine Milliarde US-Dollar in Linux investieren will. Doch der große Erfolg von Linux kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass nicht das PC-Unix dominiert, sondern das Betriebssystem der größten Softwarefirma. Es soll PC-Anwender geben, die zwar Linux nicht benutzen, aber den übergewichtigen Pinguin – oder sogar eine ganze Pinguin-Familie für die Kinder – gekauft haben.

## Messtechnik

Martin Bantel: **Grundlagen der Messtechnik**. Messunsicherheit von Messung und Messgerät. 242 Seiten mit 124 Bildern/Tabellen. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2000. ISBN 3-446-21520-4. DM 49,80.

Dieses preiswerte Buch wurde nicht speziell für das Messen im Chemielabor verfasst, aber es ist so allgemein und verständlich geschrieben, dass es auch dort bestens verwendet werden kann. Schon zwei der durch Fettdruck hervorgehobenen Sätze des Vorworts bringen den Leser auf die richtige Spur: „Keine Messung ist richtig“ und „Die Ermittlung der Messunsicherheit ist ein schwieriges Unterfangen“. Aber was ist eigentlich

„Messunsicherheit“? Der Begriff wird von DIN 1319 statt der früher gebräuchlichen Bezeichnung „Genauigkeit“ gefordert.

Die neun Kapitelüberschriften lauten: Messunsicherheit von Messung und Messgerät, Messunsicherheit im Industrie-Messlabor, Messunsicherheit-Definitionen, Fehlerquellen, Fehlerarten, Fehlerfortpflanzung, Messunsicherheit der Messung, Messunsicherheit des Messgeräts, Beispiele zur Ermittlung der Messunsicherheit. Die Praxisnähe des Buches hat der Autor – Professor an der Fachhochschule Frankfurt am Main – auch dadurch erreicht, dass er die Thematik in mehreren Studien- und Diplomarbeiten aufbereiten ließ. Besondere Erwähnung verdienen die 18 Beispiele (z.

B. Gliedermaßstab, Messschieber, digitales Multimeter). Bei den Beispielen handelt es sich nicht nur um Aufgabenstellungen, sondern um sehr ausführlich durchgerechnete Lösungen für die Praxis.

Das gut gegliederte und mit klaren Abbildungen, Formeln und Tabellen ausgestattete Buch ist jedem Labor zu empfehlen, in dem das Messen und die Messgeräte eine gewisse Bedeutung haben.

H. R. Wiedmann



## Management

Olaf E. Kraus: **Managementwissen für Naturwissenschaftler**. Leitfaden für die Berufspraxis.

X + 293 Seiten mit 80 Abbildungen, 25 Tabellen und 19 Textboxen. Springer-Verlag, Heidelberg 2001. ISBN 3-540-41889-X. DM 79,90.

Nach der kürzlich erschienenen „Volkswirtschaftslehre“ ist im Springer-Verlag nun ein weiteres Praxis-Buch für Naturwissenschaftler erschienen, das sich nicht mit Naturwissenschaften beschäftigt. Der Autor des Buches ist Geologe; heute hat er an einer Universität einen Lehrauftrag für das Gebiet, das er in seinem Buch so verständlich be-

schreibt, dass auch Leser ohne akademische Bildung mit dem Stoff zurecht kommen.

Bei der folgenden Aufzählung der Kapitel steht M natürlich für Management: Projekt-M., Kosten-M., Finanz-M., Vertrags-M., Personal-M., M.-Tools, Markt-M., Qualitäts- und Umwelt-M. sowie Strategisches M. Zur Verdeutlichung, was im Detail behandelt wird, seien einige Stichworte genannt: Afa (Aufwendung für Abnutzung), Benchmarking, Cash Flow, Deckungsbetrag, Ewige Rente, 360-Feedback, Gruppencoaching, Handelsspanne, Insolvenz, Konkurs, Life Cycle Assessment, Metaplan-Technik, Normalkostenrechnung, Outsourcing, Profit-Center, Return on Investment, Sta-

keholders, Teambildung, Umwelt-Kostenrechnung, Vorbildfunktion, Wertanalyse und Zyklen-Entwicklung. Die zahlreichen Abbildungen, die Tabellen und die Praxisbeispiele tragen sehr zum Verständnis bei. Das Buch wird allen Naturwissenschaftlern schon dann eine große Hilfe sein, die in ihrer Position bereits mit einem der im Buch behandelten M-Kapitel zu tun haben.



R. Ellmer

## Statistik

Peter Zöfel: **Statistik verstehen**. Ein Begleitbuch zur computergestützten Anwendung. XII + 320 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen sowie einer CD-ROM. Addison Wesley, München 2001. ISBN 3-8273-1690-1. DM 49,90.

Wer Statistikbücher sammelt, braucht inzwischen viel Platz in seinem Bücherregal – nun muss er für ein weiteres Buch Platz schaffen, aber für ein ganz besonderes. Besonders deshalb, weil es im Niveau auf keinen Fall flach, aber verständlich geschrieben und auch preiswert ist.

Fangen wir mit dem „Rest“ an. An die Hauptkapitel schließen sich an: Grafische

Darstellungen, Computerprogramme zur Datenanalyse, Tabellen, Fachausdrücke deutsch – englisch, Literaturverzeichnis, Eine kleine Biografie, Simpsons Paradoxon und schließlich Stichwortverzeichnis. Zu dem „Rest“ gehört auch die eingebundene CD; sie enthält die Daten zu allen Beispielen, in der Regel in drei Versionen, vor allem in der universell verwendbaren ASCII-Version.

In den Hauptkapiteln beschreibt der Autor natürlich die Grundlagen der Statistik, aber auch Fakten, die man in anderen einführenden Statistikbüchern oft nicht findet. Während Mittelwert, Median, Standardabweichung usw. eine Selbstverständlichkeit sind, sind die 21 Abschnitte im Kapitel „Beziehungen

zwischen zwei Variablen“ sicher eine Besonderheit dieses Buches. Wer beabsichtigt, sich in die Chemometrik einzuarbeiten, kann hier beginnen: Faktorenanalyse und Clusteranalyse werden dort eingesetzt. Für pädagogisch tätige Leser hat der Autor ein Kapitel über Reliabilitätsanalyse von Tests geschrieben. Insgesamt: Ein gutes und „schönes“ Buch.

R. Ellmer



## Schweißen besser mit „ $\mu\text{N}_2$ “

Beim WIG- und MIG-Schweißen beeinflusst ein Stickstoff-Mikrozusatz <0,1 % den Schmelzfluss entscheidend. Zwei aktuelle Forschungen des Aachener APS-Instituts und des Instituts für Schweißtechnik der TU Braunschweig bestätigen jetzt die guten Praxiserfahrungen durch Verwendung von Stickstoffbeimengungen in Schutzgasen. **Ergebnis der Untersuchungen: Der Mikrozusatz Stickstoff bewirkt einen tieferen Einbrand bei geringerer Nahtbreite, stabilisiert den Lichtbogen, erhöht den Energieeintrag und sorgt für mehr Porensicherheit.**

Schweißgase-Experten bei Messer Griesheim haben bereits vor Jahren untersucht, ob beim hochreaktiven Aluminium Mikrobeimengungen von Gasen im Bereich unter einem Volumenprozent bereits schweißtechnisch positiv wirken. Fündig wurden sie mit Stickstoffzusätzen. Erstaunlich war dabei, dass die optimale Stickstoffkonzentration deutlich unter 0,1% liegt. Teilweise wurde auch anderen Zusätzen wie dem Sauerstoff gleiche oder ähnliche Effekte zugeschrieben.

Ein Untersuchung des Instituts für Schweißtechnik der TU Braunschweig befasste sich mit der Wirkung verschiedener Mikrozusätze zu Argon- und Argon-Helium-Gemischen. Untersucht wurden Einbrandtiefe und Porensicherheit beim WIG- sowie MIG-Eindrahtschweißen. Dabei zeigte nur der Stickstoff-Zusatz positive Effekte.

Die besondere Wirkung des Stickstoffs wird auch durch Untersuchungen des Aachener APS-Institutes (Europäisches Zentrum für Mechatronik) bestätigt. Bei der Zweidraht-MIG-Profilerschweißung, einem modernen Hochleistungsverfahren des Schienenfahrzeugbaus, verglichen die Forscher Argon-Helium-Stickstoff-Schutzgasgemische mit reinem Argon und Argon-Helium-Gemischen. Dabei wurde unter anderem festgestellt, dass die Stickstoffbeimengung die Nahttiefe um 10 bis 20% verbessern kann und zugleich die Nahtbreite um etwa 20% bei heliumhaltigen Gemischen reduziert wird.

## Bio schmiert gut Gen für Angst

Biodiesel ist als Schmiermittel in schwefelarmem Dieselkraftstoffen geeignet. Zu diesem Schluss kommt das Institut für Energie- und Umwelttechnik der Universität Rostock, das neuartige Schmierstoffzusätze zu Dieselkraftstoffen untersuchte.

Um einem Verschleiß der Motorsysteme entgegenzuwirken sind Zumischungen von Additiven, die eine höhere Eigenschmierfähigkeit besitzen, erforderlich. Das Forscherteam der Universität Rostock nahm dafür Biodiesel, der von Natur aus einen sehr geringen Schwefelgehalt und trotzdem gute Schmiereigenschaften aufweist.

Die Forscher untersuchten verschiedene Mischungsverhältnisse in Dauerlaufuntersuchungen und Belastungszyklen der Motoren. Ab einer Zumischung von einem Prozent Biodiesel zu schwefelarmem Dieselkraftstoff kommt es zu einer wesentlichen Verbesserung der Schmiereigenschaften. Die Zumischung geringer Mengen Biodiesel (bis 5 % (DIN E 51606)) hat keinen signifikanten Einfluss auf die Kennwerte von Dieselkraftstoff, so dass die Norm DIN EN 590 eingehalten wird.

Wissenschaftler bei deCODE (Nasdaq: DCGN) haben jetzt zwei Gene lokalisiert, die zur Entstehung von krankhaftem Übergewicht beziehungsweise Angstzuständen beitragen. Es handelt sich dabei um die ersten Genlokalisierungen in Bezug auf diese beiden hoch komplexen Krankheiten.

Diese Entdeckung des Adipositas-Gen gelang ihnen aufgrund einer Analyse der genotypischen Daten von über 11 000 freiwilligen Erwachsenen in Island, also einem bedeutenden Anteil der dort krankhaft Übergewichtigen. Dank dem Umstand, dass deCODE in der isländischen Bevölkerung breit abgestützte Genomstudien bei ganzen Familien durchführen kann, waren die Wissenschaftler des Unternehmens auch in der Lage, Angststörungen in ihrer ganzen Komplexität zu untersuchen. Dem Forscherteam gelang es, ein Gen zu lokalisieren, das in engem Zusammenhang mit allen Formen pathologischer Angst steht. Roche und deCODE planen, diese jüngsten Erkenntnisse in der Entwicklung neuartiger Medikamente zu nutzen.

## Neues Zentrum für Biodiversität

**Zur Erforschung und Erschließung bislang unbekannter Mikroorganismen als Quelle neuer Wirkstoffe und neuer Enzyme haben das Biotechnologie-Unternehmen BRAIN und Wissenschaftler des Instituts für Mikrobiologie und Genetik der TU Darmstadt das Zentrum für molekulare Evolution und Biodiversität (ZEB) gegründet.**

Die neuen Methoden der Molekularbiologie zeigen, dass die belebte Welt der Mikroorganismen noch weithin unerschlossen ist: Mehr als 99 Prozent der in einer Bodenprobe mit molekularen Sonden nachweisbaren Organismen lassen sich unter Laborbedingungen nicht kultivieren. Die Gründung des am universitären Campus in Darmstadt ansässigen ZEB geht auf eine bereits langjährige Kooperation zurück, in der Wissenschaftler des In-

stitutes und der BRAIN AG an der Entschlüsselung der unkultivierten Biodiversität arbeiten. Ziel dieser Metagenomforschung ist, durch die direkte Isolierung der Genome der gesamten Organismengemeinschaft die evolutionäre Vielfalt in Form von „Bioarchiven“ abzubilden. Dies sind geordnete Genbanken, welche eine umfassende Erforschung der Genome nicht-kultivierter Mikroorganismen mit den Methoden der Molekularbiologie überhaupt erst ermöglichen werden. Bereits heute verfügt das ZEB über umfangreiche Sammlungen von Mikroorganismen, BAC-, Cosmid- und Fosmid-Genbanken mit korrespondierenden Datensammlungen. Das ZEB steht unter Leitung von Dr. Christa Schleper, ausgewiesene Expertin auf dem Gebiet der Metagenomforschung an unkultivierten Mikroorganismen, insbesondere Archaeen.

# Neue Produkte

## Online-Ionenchromatographie



Der Online IC 811 ist für die ionenchromatographische Bestimmung von Anionen und Kationen im industriellen Umfeld konzipiert. Hohe Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit in Betriebsumgebung, einfacher Service, minimaler Bedarf an Hilfsstoffen, umfassende Datensicherheit sowie präzise und reproduzierbare Analysenergebnisse kennzeichnen den IC-Online-Analysator. Das Gerät wird anwenderspezifisch an die benötigte Applikation angepasst. Mit der Einkanalversion können Kationen oder Anionen analysiert werden. Die Zweikanalvariante bestimmt simultan Anionen und Kationen. Kontrollkarten mit Analysenergebnissen, Kalibrierkurven und Qualitätskriterien für das IC-System (z.B. Retentionszeit, Peakasymmetrie, Bodenzahl) sind für jeden Parameter abrufbar. Alle Aktionen werden in einem Logbuch dokumentiert. Der manuelle oder automatische Datenexport erfolgt über eine optionale Netzwerkschnittstelle. Es können bis zu zehn Proben kontinuierlich zirkulieren und stehen für die Probenabmessung aktuell zur Verfügung. Der wartungsfreie Suppressor, lange War-

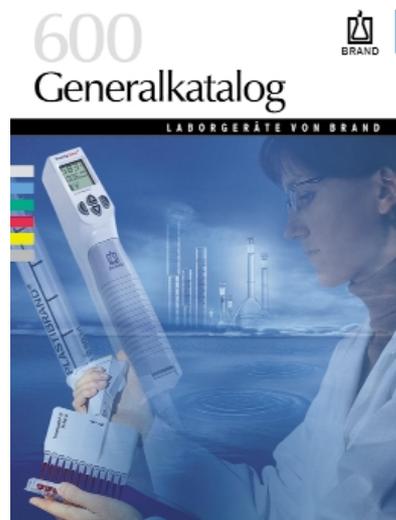
tungsintervalle der Eluentpumpe, stabile Trennsäulen und preisgünstige Eluenten garantieren den kostengünstigen Betrieb des Gerätes.

Deutsche Metrohm GmbH & Co.  
In den Birken 3, 70794 Filderstadt  
Tel.: 07 11/ 7 70 88-0, Fax: 07 11/ 7 70 88-55

## BRAND Generalkatalog 600

Der neue BRAND Generalkatalog 600 ist da! Umfassend auf über 240 Seiten zeigt der GK 600 das komplette Produktprogramm mit den Highlights:

- HandyStep® electronic und PD-Tips mit Typ-Codierung
- BLAUBRAND® Volumenmessgeräte mit kostenlosem Chargenzertifikat
- BLAUBRAND® Volumenmessgeräte mit USP-Einzelzertifikat
- UV-Küvetten aus Kunststoff



Der Generalkatalog wurde besonders übersichtlich gestaltet. Ein Farbcode führt durch die Kapitel Liquid Handling, Volumenmessgeräte, Temperatur- und Dichtemessung, Biotechnologie/Klinisches Labor, Laborgeräte Chemie, OEM - Produkte / Dosiersysteme. Der Katalog ist ausführlich, gibt Applikationshinweise, Informationen zur Prüfmittelüberwachung und die Vorstellung der damit verbundenen BRAND Serviceleistungen wie Kalibrier-Service bzw. DKD-Kalibrierlaboratorium. Umfangreiche technische Informationen über allgemeine Eigenschaften der Werkstoffe Glas und Kunststoff und zur Qualitätssicherung machen den General-

katalog 600 zum praxisnahen Nachschlagewerk.

BRAND GMBH + CO KG  
Postfach 11 55  
97861 Wertheim/Main · Germany  
Tel: 09342/808-0  
Fax: 09342/808-236  
E-mail: info@brand.de  
Internet: http://www.brand.de

## Vakuum-Konzentrator



Der Name IR-Dancer steht für einen außergewöhnlichen Vakuumkonzentrator aus dem Hause Hettich-Zentrifugen, mit dem Lösungsmittel schnell und schonend aus vielen verschiedenen Probengefäßen gleichzeitig abgedampft werden können. Das Verfahren des patentierten IR-Dancers besteht in der Kombination der Schritte Heizen – Schütteln – Vakuum. Das Gerät hat keine rotierenden Teile, daher entsteht kein Verschleiß eines Rotors oder einer Rotordichtung. Ebenso entstehen keine Schwerkraftfelder, die ein leichtes, schnelles Abdampfen der Lösungsmittel verhindern. Das ideale, wirtschaftliche und umweltfreundliche Abdampfsystem besteht aus dem IR-Dancer mit Kühlfalle und Vakuumpumpe.

Heizen: Die Erwärmung der Pro-

ben erfolgt durch frei einstellbare Infrarotstrahlung von außen durch den Deckel aus gehärtetem Borosilicatglas. Eine Temperaturregelung mittels Temperaturfühler, der zwischen den Proben positioniert ist, sorgt für eine konstante Temperatur.

**Schütteln:** Das Rack mit den Proben steht im Gerät in Zentrieröffnungen auf dem Boden des chemisch völlig inerten Behälters und wird über Magnetkopplung in eine Schüttelbewegung (Vortex) versetzt, die zwischen 0 und 1200 rpm stufenlos einstellbar ist.

**Vakuum:** Der IR-Dancer ist über einen Clamp-Anschluß DN25 an jede Vakuum-Leitung oder Vakuumpumpe anschließbar. Außerdem verfügt er über Release-Anschlüsse, welche nach Beendigung des Abdampfens erlauben, das Vakuum mittels atmosphärischer Luft oder Inertgas zu entlasten. Mit dem bislang einzigartigen optimierten Zusammenwirken dieser drei Funktionen ist der IR-Dancer bis zu zehnmal schneller als herkömmliche Abdampfsysteme. Neben einem Universal-Rack zur Aufnahme von Probengefäßen unterschiedlicher Größe mit Rundboden und Mikrotiterplatten sind auch Racks zur Aufnahme von HPLC-Vials, Mikrolitergefäßen, Deep Well Platten, Rundkolben, Spitzkolben, usw. lieferbar.

Hettich-Zentrifugen  
Gartenstr. 100  
78532 Tuttlingen  
Tel.: 07461/705-0  
Fax: 07461/705125  
E-mail: info@hettich-zentrifugen.de

## Einfache und schnelle Automation im Titrierlabor



Zur Analyse von Serien mit bis zu 60 Proben mit höherem Probenvolumen ist der xyz-Probenwechsler QUANTO die ideale Lösung. Er kann

bis zu 40 Proben mit 40–80 ml Volumen oder 60 Proben von 20–40 ml Volumen direkt im Probengefäß titrieren. Zudem erlaubt das Gerät das Aliquotieren von Proben aus einem 60er-Rack in ein externes Titriergefäß. Er ist besonders für die Wasseranalyse, petrochemische Applikationen und Arzneimitteluntersuchungen geeignet. Integrierte Membran- oder Peristaltikpumpen sorgen für den reibungslosen Ablauf von Spülvorgängen und Probenvorbereitungsschritten. Damit nicht mitten in der Analyse das Lösungsmittel ausgeht, wurde ein Levelsensor in die Vorratsflaschen eingebaut, um Sicherheit zu gewährleisten und Zeit zu sparen. Gelungen ist auch die PowerShower-Spülung: Einfach und robust, aber sehr effizient verhindert sie Verschleppungen und sorgt somit für gleichbleibend präzise und wiederholbare Resultate.

Mettler-Toledo GmbH  
Ockerweg 3, 35396 Gießen  
Tel.: 06 41/5 07-0, Fax: 06 41/5 29 51

## SPECube –für den Einsatz in der Wasseranalytik

Durch die Entwicklung des neuen SPECube der Axel Semrau GmbH & Co ist es nun möglich, vollautomatisiert und online organisch-chemische Mikroverunreinigungen aus wässrigen Matrices mittels Festphasenextraktion bestimmen zu können. Dieses geschlossene Analysensystem ist modular aus zwei Komponenten aufgebaut: Zum einen besteht das Produkt aus einer Anreicherungseinheit, in der es zur eigentlichen Extraktion der Komponenten aus dem Wasser kommt. Eine HPLC-Pumpe befördert nach der Spülung der Leitung und der eventuellen Konditionierung des Festphasenmaterials ein weitaus geringeres Volumen der wässrigen Probe als bei der herkömmlichen Festphasenextraktion (10 ml) über ein 14-Port-Ventil auf die Kartusche, wo die Komponenten verbleiben, während die Matrix in den Abfall befördert wird. Nach einer Trocknungsphase, in der Inertgas über die Kartusche geblasen wird, befüllt sich eine Probenschleife mit dem Elutionsmittel, das anschließend über eine unbelegte Kapillarsäule die retardierten Substanzen von

Interesse in das Multiinjektionssystem Optic der Firma Atas transferiert. Mit diesem zweiten Modul besteht die Möglichkeit, große Mengen an Probenextrakt auf eine normale Kapillarsäule zu bringen. Der gepackte Liner des Injektionssystems, der knapp oberhalb des Lösungsmittelsiedepunktes temperiert ist, nimmt das gesamte Eluat auf. Ein Inertgasstrom bläst das Lösungsmittel über ein zusätzliches Ventil aus dem System, und anschließend wird der Liner mit einer Geschwindigkeit von bis zu 16°C/s auf maximal 600°C bei gleichzeitigem Schließen des Ventils aufgeheizt, womit die auf dem Linermaterial verbliebenen Komponenten auf die analytische Säule gelangen.

Axel Semrau GmbH & Co  
Stefansbecke 42, 45549 Sprockhövel  
Tel.: 0 23 39/12 09-0, Fax: 0 23 39/60 30

## Leder mit gepflegtem Duft

Leder kann künftig mit lang anhaltenden Dufteffekten ausgerüstet werden: Die Bayer AG bietet mit den wässrigen Mikrokapseldispersionen Euderm Aroma eine attraktive Möglichkeit, Leder mit einer Vielzahl von Duftrichtungen zu versehen. Bei den ersten vorgestellten Produkten, Euderm Aroma BL und CV, wird die Duftstoffpräparation – eine Spezialität der Bayer-Tochter Haarmann & Reimer – in einer patentierten, weitgehend diffusionsdichten Kapsel eingeschlossen. Das Produkt und damit ausgerüstete Leder weisen so nur einen geringen Eigengeruch auf. Erst wenn die Kapsel aufplatzt – beispielsweise durch Reibung oder Bewegung des Lederartikels – wird der Duftstoff freigesetzt. Die 50-prozentige Dispersion kann in beliebigem Verhältnis mit Wasser verdünnt werden. Bereits 20 Gramm pro Quadratmeter reichen für einen deutlichen Effekt aus, der bei sachgemäßer Lagerung auch noch nach mehr als zwölf Monaten ausgelöst werden kann. Die Applikation erfolgt durch Aufspritzen auf die Fleischseite des fertig zugerichteten Leders. Bei 80 Grad Celsius dauert die Trocknung etwa eine Minute.

Bayer AG  
51368 Leverkusen  
Tel.: 02 14/30-1, Fax: 02 14/3 05 89 23

# 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

Chemolab AG, Laboratorium für  
chem.-analyt. Untersuchungen  
Hauserstraße 53  
CH-5210 Windisch  
Tel. (05 64 41) 77 88  
Fax (05 64 42) 41 21

## Aräometer

Amarell GmbH & Co KG  
97889 Kreuzwertheim  
Postfach 1280  
Tel. (09342) 92 83-0  
Fax (09342) 398 60



Leo Kübler GmbH  
Stephaniestr. 42/44, 76133 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 22491, Fax (07 21) 279 03

## Arbeitsschutzartikel



Carl Roth GmbH + Co.  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 560 60

## Bimssteingranulate und -mehle



Joseph Raab  
GmbH & Cie. KG  
Postfach 22 61  
56512 Neuwied  
Tel. (0 26 31) 913-178  
Fax (0 26 31) 913-170

## BSB-Bestimmung

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

## Chemikalien



Carl Roth GmbH + Co.  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 560 60

## Chemiesoftware für Personal Computer

Umschau Software  
UMSCHAU ZEITSCHRIFTEN-  
VERLAG  
Breidenstein GmbH  
Stuttgarter Straße 18-24  
60329 Frankfurt/M.  
Tel. (069) 2600-680

## Deuteriumlampen



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

## Dewar-Gefäße aus Glas und Metall



Karlsruher Glastechnisches Werk  
Gablonzerstraße 6, 76185 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 958 97-0, Fax 958 97-77

## Dichtungsscheiben aus Gummi mit aufvulkanisierter PTFE-Folie

GUMMI-WÖHLEKE GmbH  
Siemensstr. 25, 31135 Hildesheim  
Teletex: 5 121 845 GUMWOE  
Tel. (051 21) 78 25-0

## Dilutoren/Dispensoren

Zinsser Analytic GmbH  
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

## Dosierpumpen

LEWA Herbert Ott GmbH + Co.  
Postfach 15 63, D-71226 Leonberg  
Tel. (0 71 52) 14-0  
Fax (0 71 52) 14-1303  
E-mail: lewa@lewa.de,  
http://www.lewa.de

## Extruder für Labor und Produktion

## LIHOTZKY

Emil Lihotzky Maschinenfabrik  
GmbH & Co KG  
(Pressen - Walzen - Trockner)  
POB 1165 D-94441 Plattling,  
Tel. (09931) 2951, Fax 1271  
http://www.lihotzky.de

## Flüssigkeits- chromatographie/HPLC

Dr. Knauer GmbH,  
HPLC · SMB · CombiChrom · Osmometer  
Tel. (030) 8 09 72 70  
Fax (030) 8 01 50 10  
Internet: www.knauer.net  
e-Mail: info@knauer.net

## FTIR-Spektrometer- Zubehör



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

## Gefahrgutberatung

Dr. Reinschmidt-Gefahrgutberatung  
Sachkundelehrgänge nach § 5 ChemVerbotsV  
Tel.: 0 72 44/70 64 39, Fax: 70 64 40  
http://www.online.de/home/reinschmidt

## Gefriertrockner

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

## Gefriertrocknungsanlagen



Martin Christ GmbH  
Postfach 17 13  
37507 Osterode/Harz  
Tel. (055 22) 5007-0  
Telefax (055 22) 5007 12



STERIS GmbH  
Kalscheurener Str. 92  
D-50354 Hürth/Germany  
Tel. (0 22 33) 69 99-0  
Fax (0 22 33) 69 99-10

## Hochdruckautoklaven

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

## Hochdruck- Extraktionsanlagen

Müller Extract Company GmbH  
Postfach 25 44, 96414 Coburg  
Tel. (095 61) 6 29 05  
Fax (095 61) 5 33 93

## Hohlkathodenlampen



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

## HPLC-Lösungsmittel

Zinsser Analytic GmbH  
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

## Klimakammern

-thermotest-  
Telefon 0221/508667  
Fax 0221/505834

## Kühlgeräte

MTW, 97078 Würzburg, (09 31) 299 03-47

## Kühl- + Tiefkühlgeräte



Gartenstraße 100  
D-78532 Tuttlingen  
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125  
www.hettich-zentrifugen.de  
info@hettich-zentrifugen.de

## Küvetten

HELLMA GMBH & CO. KG  
Postfach 11 63  
79371 Müllheim  
Tel. (0 76 31) 1 82-0  
Fax (0 76 31) 1 35 46  
www.hellma-worldwide.com  
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

STARNA GmbH, Postfach 1206  
64311 Pfungstadt, Tel. 06157/ 28 13  
Fax 85564, Internet: www.starna.de

## Laboratoriumsmühlen

Pallmann Maschinenfabrik  
Postfach 16 52, 66466 Zweibrücken  
Tel. (0 63 32) 8 02-0  
Fax (0 63 32) 8 02-106

## Laborchemikalien



Carl Roth GmbH + Co.  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 560 60

## Laboreinrichtungen

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

PRUTSCHER  
Laboratoriumseinrichtungen GmbH  
Badstraße 2, 81379 München  
Tel. (089) 74 21 35-0, Fax 74 21 35-10  
http://www.pruitscher.at

WALDNER Laboreinrichtungen  
GmbH & Co.  
Postfach 13 62, 88229 Wangen,  
Tel. (0 75 22) 9 86-0, Fax 986-418

Wesemann GmbH & Co.  
Postfach 1461, D-28848 Syke  
Tel.: (042 42) 5 49-0, Fax: 5 94-39  
http://www.wesemann.com

wrt Laborbau GmbH & Co KG  
Postfach 15 55  
48696 Stadthoorn  
Tel. 02563/919-0, Fax 919-100

## Laborhilfsmittel



Carl Roth GmbH + Co.  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 560 60

## Laboröfen

Nabertherm, Bahnhofstraße 20  
28865 Lilienthal/Bremen  
Tel. (042 98) 922-0, Fax (042 98) 922-129

## LABOR-Schläuche und -Stopfen aus Gummi

GUMMI-WÖHLEKE GmbH  
Postfach 100541, 31105 Hildesheim  
Teletex: 5 121 845 GUMWOE  
Tel. (051 21) 5 6046

## Laborzentrifugen, Kühlzentrifugen



Gartenstraße 100  
D-78532 Tuttlingen  
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125  
www.hettich-zentrifugen.de  
info@hettich-zentrifugen.de



Sigma Laborzentrifugen GmbH  
Postfach 17 13  
37507 Osterode/Harz  
Tel. (055 22) 5007-0  
Fax (055 22) 5007 12

## Leitfähigkeits-Messgeräte



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

Knick, 14163 Berlin  
Tel. (030) 8001-0, FS 18 45 29

## Leitfähigkeitsmessung

WTW, Weilheim  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## Mahlanlagen

Pallmann Maschinenfabrik  
Postfach 1652, 66466 Zweibrücken  
Tel. (0 63 32) 8 02-0  
Fax (0 63 32) 8 02-106

## Mikrofotographie

OLYMPUS OPTICAL CO.  
(EUROPA) GMBH, Postf. 10 49 08  
D-20034 Hamburg

## Mikroskope



### Labor- und Routine- Mikroskope Stereolupen und Stereomikroskope

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

OLYMPUS OPTICAL CO.  
(EUROPA) GMBH, Postf. 10 49 08  
D-20034 Hamburg

## Osmometer

GONOTEC GMBH  
Eisenacher Str. 56, 10823 Berlin  
Tel. (030) 7846027, Fax (030) 788 1201  
contact@gonotec.com / www.gonotec.com

## Partikelanalyse

LECO INSTRUMENTE GMBH  
Marie-Bernays-Ring 31,  
41199 Mönchengladbach  
Tel. +49-(0)2166-687-0,  
Fax +49-(0)2166-687-100  
E-Mail: analytik.sales@leco.de  
Internet: www.leco.com



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

## pH/Redox-ISE-Messung

WTW, Weilheim  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## pH-Messgeräte



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

## Photometer

MERCK  
Merck KGaA, 64271 Darmstadt  
Tel. (061 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

## Photometr. Wasseranalyse Geräte und Testsätze

WTW, Weilheim  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## Polarimeter

Leo Kübler GmbH  
Stephanienstr. 42/44, 76133 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 224 91, Fax (07 21) 279 03



SCHMIDT + HAENSCH GmbH&Co  
Waldstraße 80/81; 13403 Berlin  
Tel.: 030/41 70 72-0; Fax: -99



Telefon 08105/7792-0  
Fax 7792-77  
Info@soliton-gmbh.de

## Probenfläschchen aus Glas und Kunststoff

Zinsser Analytic GmbH  
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

## Reagenzien

MERCK  
Merck KGaA, 64271 Darmstadt  
Tel. (061 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

## Reflektometrie

MERCK  
Merck KGaA, 64271 Darmstadt  
Tel. (061 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

## Refraktometer

Leo Kübler GmbH  
Stephanienstr. 42/44, 76133 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 224 91, Fax (07 21) 279 03



SCHMIDT + HAENSCH GmbH&Co  
Waldstraße 80/81; 13403 Berlin  
Tel.: 030/41 70 72-0; Fax: -99

## Reinigungsmittel für Laborglas



Carl Roth GmbH + Co.  
Postfach 21 11 62  
76161 Karlsruhe  
Tel. (07 21) 5 60 60

## Sauerstoff-Messgeräte



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

WTW, Weilheim  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## Spektralphotometer, UV-VIS



Telefon 08105/7792-0  
Fax 7792-77  
Info@soliton-gmbh.de

## Sterilisatoren

Zirbus technology  
37539 Bad Grund  
Telefon (053 27) 8380-0, Fax -80  
Internet: http://www.zirbus.de

## Scintillatoren

Zinsser Analytic GmbH  
60489 Frankfurt, Eschborner Landstr. 135

## Temperatur-Messgeräte

Amarell GmbH & Co KG  
97889 Kreuzwertheim  
Postfach 12 80  
Tel. (093 42) 92 83-0  
Fax (093 42) 3 98 60



Knick, 14163 Berlin  
Tel. (030) 8001-0, FS 18 45 29



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

WTW, Weilheim  
Tel. (0881) 1 83-0, Fax 6 25 39

## Thermometer

Amarell GmbH & Co KG  
97889 Kreuzwertheim  
Postfach 12 80  
Tel. (093 42) 92 83-0  
Fax (093 42) 3 98 60

## Tiefsttemperaturmessung

Cryophysics GmbH  
Dolivostraße 9, 64293 Darmstadt  
Tel. (061 51) 8157-0, Fax 8157-99  
E-Mail: cryophysics\_de@compuserve.com

## Trifluoressigsäure und Derivate

Solvay Fluor und Derivate GmbH  
Postfach 220  
30002 Hannover  
Tel. (05 11) 8 57-0  
Fax (05 11) 28 21 26  
Web: http://www.solvay.com/de

## Umweltanalytik/Wasser

MERCK  
Merck KGaA, 64271 Darmstadt  
Tel. (061 51) 72-30 00, Fax 72 33 33

## Vakuumkonzentratoren



Gartenstraße 100  
D-78532 Tuttlingen  
Telefon (0 74 61) 705-0, Fax 705-125  
www.hettich-zentrifugen.de  
info@hettich-zentrifugen.de

Zirbus technology  
37539 Bad Grund  
Telefon (053 27) 8380-0, Fax -80  
Internet: http://www.zirbus.de

## Wasserdestillierapparate



Ges. f. Labortechnik mbH  
Postfach 11 52  
30927 Burgwedel  
Tel. (051 39) 99 58-0  
Fax (051 39) 99 58-21  
Info@GFL.de  
www.GFL.de

## Zentrifugen

Kendro Laboratory Products GmbH  
Heraeusstr. 12-14  
63450 Hanau  
Tel.: (0 61 81) 35 57 62



Sehr geehrte Autorin,  
sehr geehrter Autor,  
sehr geehrtes Unternehmen,  
hier einige

Hinweise für die  
Formatierung  
elektronischer Daten.

Lieferung von Texten

Texte können als Word-Dateien, im RTF- oder ASCII-Format geliefert werden. Wünschenswert (bei ASCII notwendig) ist die zusätzliche Lieferung als Ausdruck, um ggf. Konvertierungsfehler zwischen verschiedenen Programmversionen oder Betriebssystemen erkennen zu können. Bitte keine Abbildungen in Word einbinden bzw. eingebundene Abbildungen zusätzlich als Files liefern, um eine ausreichende Auflösung zu erreichen.

Lieferung von  
Abbildungen

Die bevorzugten Abbildungsformate sind EPS für Vektorgrafiken und TIFF für Halbtonabbildungen (Fotos). Für letztgenannte sind auch JPEG-Files möglich. JPEG-Files können leichte Farbabweichungen aufweisen. Auch PDF-Files mit hochaufgelösten Daten lassen sich verwenden.

Der Umfang eines zweispaltig geplanten Farbbildes sollte ca. 2 – 3 MB umfassen, Graustufenbilder dieser Größe ca. 500 KB; EPS-Dateien sind meist noch kleiner. Gute Abbildungsergebnisse erzielen Halbtonabbildungen bei einer Scanauflösung von 300 dpi, Strichabbildungen bei einer solchen von 800 dpi.

Versenden Sie die Daten bitte auf Diskette, CD-ROM oder per E-mail an die im Impressum angegebenen Adressen.

Für Anzeigenkunden besteht die Möglichkeit, Daten über ISDN per Leonardo-Protokoll zu senden; wir bitten um telefonische Anmeldung.

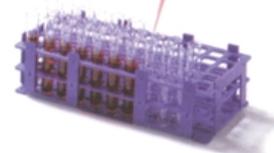
Zur Korrektur versenden wir bevorzugt PDF-Files. Sollten Sie Interesse an Sonderdrucken haben, teilen Sie uns dies bitte bei der Korrektur Ihres Artikels mit. Sonderdrucke nach Drucklegung der entsprechenden CLB-Ausgabe können nur mit einem Kostenaufschlag geliefert werden.



# DreamTeam

HandyStep® electronic und  
PLASTIBRAND® PD-Tips

583 µl  
006 STEPS  
DISP



## HandyStep® electronic - flexibel, variabel, universell!

Ein Highlight ist die automatische Größenerkennung mit den neuen, codierten PLASTIBRAND® PD-Tips bei gleichzeitig weiterer Verwendbarkeit auch anderer handelsüblicher Dispenser-Tips. Weitere Merkmale wie die variable Volumenwahl, die einfach austauschbaren NiMH-Akku-Packs und seine einzigartige Lernfunktion (Teach-In) machen den HandyStep® electronic zu einem neuen Standard im Labor. Mehr Informationen hierzu im neuen General Katalog 600 oder im Internet.