

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

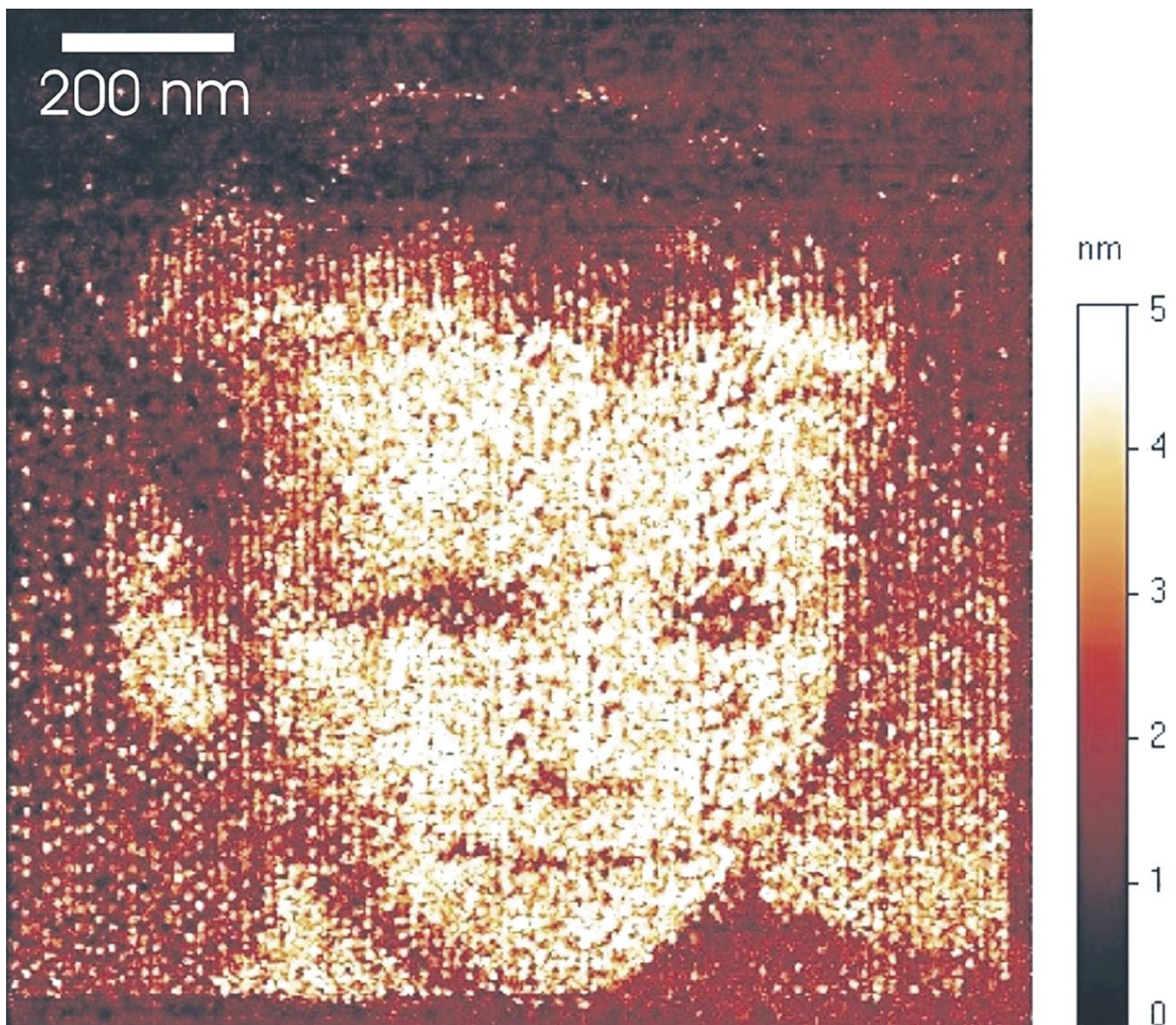
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- RNS und Genregulierung
- HPTLC/AMD in der Wasseranalytik
- Von der Alchemie zur Chemie

Der genetische Code und die Proteinsynthese

Von Prof. Dr. Dr. Herbert Witzel,
Organisch-chemisches Institut der Universität Marburg

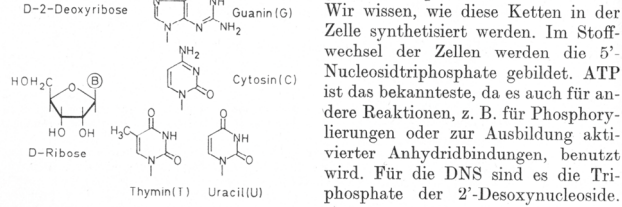
Der Nobelpreis für Medizin wurde 1968 verliehen „für die Deutung des genetischen Codes und dessen Funktion bei der Proteinsynthese“. Die Preisträger M. W. Nirenberg, H. G. Khorana und R. Holley haben wesentlich zur Entwicklung dieses Gebiets beigetragen.

Ein Organismus, sagen wir ein Bakterium mit Namen *Escherichia coli*, teilt sich. Dabei wird die Desoxyribonucleinsäure repliziert, das heißt sie wird als ein einzelnes Molekül behandelt, das jetzt in allen Details genau verdoppelt wird. Beide Zellen, die aus der Teilung hervorgehen, erhalten damit die gleiche Desoxyribonucleinsäure. Sie beinhaltet die gesamte genetische Information. Dadurch liegt fest, daß beide Zellen mit ihrer weiteren Nachkommenschaft die gleichen Anlagen und Eigenschaften ausbilden können.

Warum aber bilden die *E. coli*-Zellen z. B. nicht das grüne Chlorophyll, wie etwa eine einzellige Alge es kann? Es fehlen die Enzyme, die für den Aufbau dieser Moleküle benötigt werden, obwohl die Grundbausteine, von denen die Alge ausgeht, auch bei *E. coli* vorhanden sind. Die Desoxyribonucleinsäure der *E. coli* enthält offensichtlich nicht die „Information“ für die Bildung dieser Enzyme.

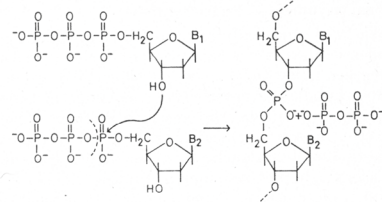
Biosynthese der DNS

Die Desoxyribonucleinsäure ist ein für den Chemiker völlig übersichtliches Molekül. Desoxyribonucleoside, aufgebaut aus einer der vier Basen Adenin (A), Guanin (G), Cytosin (C) und Thymin (T), die glykosidisch an D-2-Desoxyribose gebunden sind, sind die Grundeinheiten. Bei der Ribonucleinsäure ist Thymin durch Uracil (U) ersetzt. Die Nucleoside sind durch Phosphorsäure zu einer Kette mit 3'-5'-Diesterbindungen¹⁾ verknüpft.

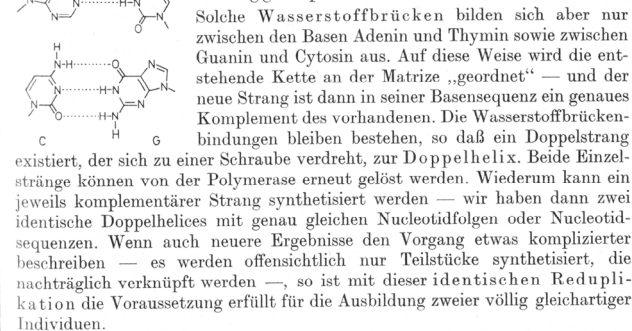


¹⁾ Zur Unterscheidung der Numerierung der Atome an den Basen 1-6 bzw. 1-9 werden die Atome der Zuckeranteile der Nucleoside als 1'-5' gezählt.

In Gegenwart eines Enzyms der DNS-Polymerase, greift die 3'-OH-Gruppe eines Triphosphats die erste Phosphatgruppe eines zweiten Desoxynucleosidtriphosphats an. Funktionelle Gruppen im aktiven Zentrum des Enzyms bringen beide Partner zusammen und katalysieren die Reaktion. Unter Abspaltung eines Pyrophosphatrests wird so die 3'-5'-Diesterbindung geknüpft. Die freie 3'-OH-Gruppe des letzten Nucleosids reagiert dann wieder mit dem nächsten Triphosphat. So entsteht die Polynucleotidkette und schließlich das DNS-Molekül.



Die Reihenfolge der Nucleotide²⁾ ist jedoch nicht zufällig. Die Polymerase arbeitet immer mit Hilfe einer Matrize. Das ist ein schon fertiger Polynucleotid- oder DNS-Strang, der auf der Oberfläche in unmittelbarer Nachbarschaft des aktiven Zentrums gebunden ist. In diesem Bezirk scheinen die Basen gestapelt aufeinander zu liegen. Es sind vor allem hydrophobe Kräfte³⁾, die sich hier auswirken. Sie sorgen auch dafür, daß am neu aufzubauenden Strang sich ein herandiffundierendes Triphosphat mit seiner Base an die Base des letzten Nucleosids anlegt. Es bleibt aber nur dann haften, wenn sich gleichzeitig auch eine Wasserstoffbrücke zur gegenüberliegenden Base der Matrize ausbilden kann. Dann kann die 3'-5'-Diesterbindung geknüpft werden.



²⁾ Zur Terminologie: Base + Zucker = Nucleosid, Nucleosid + Phosphat = Nucleotid.

³⁾ Vgl. diese Ztschr. 18, 102 (1967).

Enzymsynthese — Proteinsynthese

Wie wird nun die Information für die Bildung ganz bestimmter Enzyme, die offensichtlich in der Sequenz der einzelnen Nucleotidbasen liegen muß, weitergegeben? Die Enzyme, die zu bilden sind, gehören zu den Proteinen. Es sind Polypeptidketten unterschiedlicher Länge, in denen etwa 20 verschiedene Aminosäuren vorkommen. Die einzelnen Proteinmoleküle besitzen durch Faltung der Kette eine sog. Tertiärstruktur⁴⁾. Die Aktivität beruht nun darauf, daß ganz bestimmte funktionelle Gruppen in den Seitenketten der Aminosäuren, wie Carboxylat- und Ammoniumgruppen, Imidazole, SH- und OH-Gruppen usw. durch die Faltung in eine definierte Lage zueinander gebracht werden, die sowohl die Bindung eines Substrats als auch die Katalyse eines Bindungswechsels an ihm ermöglichen. Diese Funktion kann nur ausgeübt werden, wenn eine ganz bestimmte Reihenfolge der Aminosäuren vorliegt. Das Problem lautet also: Wie wird durch die Reihenfolge der vier Nucleotidbasen eine Reihenfolge von etwa 20 Aminosäuren bestimmt?

Die Proteinsynthese findet nicht direkt am DNS-Molekül statt. Sie spielt sich an partikulären Bestandteilen der Zelle ab, den Ribosomen, die zu etwa 60% aus Ribonucleinsäure (RNS) und etwa 40% aus Protein bestehen. Es gibt zwei Untereinheiten, eine sedimentiert mit 50 S⁵⁾, die andere mit 30 S. Beide bilden ein 70 S-Ribosom. Durch fraktioniertes Zentrifugieren kann man diese Ribosomen von anderen Zellbestandteilen abtrennen und für Versuchszwecke gewinnen.

Die Zelle braucht für den Syntheseprozess eine Reihe von Enzymen, um aus den einzelnen Aminosäuren schließlich eine Polypeptidkette zu bilden. Diese verbleiben beim Zentrifugieren der Ribosomen im Überstand. Tatsächlich beginnt ein Einbau von Aminosäuren in Proteine, wenn man Ribosomen und Überstand wieder zusammenbringt. Man kann dies durch Zugabe von radioaktiv markierten Aminosäuren gut verfolgen. Die Synthese setzt aus, wenn man RNase, ein Enzym, das Ribonucleinsäure abbaut, zusetzt; sie wird aber nicht gestört durch Zugabe von DNase, ein Enzym, das die Desoxyribonucleinsäure abbaut. Die Proteinsynthese ist also RNS-abhängig und zumindest nicht direkt DNS-abhängig.

Hier setzten die Arbeiten von *Marshall W. Nirenberg* vom National Institute of Health, Bethesda, USA, ein. Die RNS, die für die Proteinsynthese notwendig ist und sich ebenfalls im Überstand befindet, ist nicht einheitlich. Eine Fraktion ist relativ niedermolekular, etwa aus 70 bis 90 Nucleotiden bestehend. Die radioaktiv markierten Aminosäuren werden zunächst an diese RNS geknüpft und dann erst in die Peptidkette eingebaut. Man nennt sie deshalb Transfer-RNS oder abgekürzt t-RNS. Die zweite Art von RNS ist länger. Sie ist ein Gemisch von Molekülen, die 300 bis 3000 Nucleotide, aber auch wesentlich mehr, enthal-

⁴⁾ Vgl. diese Ztschr. 18, 106 (1967).

⁵⁾ S = Svedberg-Einheit, eine Sedimentationskonstante von 10⁻¹³ sec in der Ultrazentrifuge; diese Größe steht über die Svedberg-Gleichung mit dem Molekulargewicht in Beziehung.

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

italienischen Grundschulern wird künftig weiterhin die Darwinsche Evolutionslehre beigebracht (siehe dazu mein Editorial 04-2004). Italiens Bildungsministerin Letizia Bricchetto



Arnaboldi Moratti musste ihre anderslautende Richtlinie, die Bestandteil einer umfangreichen Schulreform sein sollte, aufgrund starker Widerstände gerade auch der wissenschaftlichen Gesellschaften streichen. Namhafte Wissenschaftler und mehrere Nobelpreisträger protestierten zusammen mit über 50 000 weiteren Menschen in einem Appell, veröffentlicht in

der Zeitschrift „La Repubblica“, gegen den „Schaden für die wissenschaftliche Kultur“. Jetzt arbeitet eine extra eingesetzte Kommission aus, wie Grundschulern in Italien die Evolution nahe gebracht werden soll. Den Vorsitz hat eine 95-jährige Nobelpreisträgerin für Medizin, Rita Levi Montalcini. 1952 entdeckte sie einen Wachstumsfaktor für das Wachstum von Zellen des peripheren Nervensystems, erhielt dafür 1986 den Nobelpreis zusammen mit dem Amerikaner Stanley Cohen, einem ihrer Schüler. 1999 schrieb sie ein Buch über das Altern als Chance („Ich bin ein Baum mit vielen Ästen“). Auch das höhere Alter kann offenbar hier und da erfreuliche Perspektiven sogar für die Jugendarbeit eröffnen...

Jugendarbeit ist auch dem Verband deutscher Biologen (vdbiol) besonders wichtig, so schreiben die Geschäftsführer zum 50. Jahrestag der Gründung (Seite 190). Bemerkenswert die Mitteilung des Verbandes: Aus gegebenem Anlass wurde in ihm eine Arbeitsgemeinschaft „Evolutionsbiologie“ gegründet, um den verstärkten Aktivitäten kreationistischer Gruppierungen auf wissenschaftlicher Ebene zu begegnen, und die Einflussnahme des „Antidarwinismus“ auf Schule

und Öffentlichkeit – wie er sich in den USA aber auch in benachbarten europäischen Ländern äußerte – zu begrenzen. Man weiß ja nie...

Die CLB jedenfalls greift in ihrem relativ hohen Alter wiederum gerne Aspekte der Jugendarbeit auf, hier in den „Gelben Seiten“. Wir zeigen diejenigen im Bild, die interessante Arbeiten im Bereich Chemie/Biologie/Physik in den Wettbewerb „Jugend forscht“ eingebracht haben. Erfreulich: Dieses Jahr konnte die Stiftung einen weiteren Rekord bei der Beteiligung mit über 8315 Teilnehmern verzeichnen. Wie man an den Gesichtern in der CLB erkennt: Etliche waren auch schon in den Jahren zuvor dabei. Die Teilnahme wird eben immer professioneller, in Organisation und Qualität. Wir werden dafür schon in der folgenden Ausgabe ein Beispiel geben und einen Siegerbeitrag veröffentlichen.

Entscheidend für die erfolgreiche Lösung Ihrer Aufgaben, liebe Leserinnen und Leser, ist auch das Umfeld, in dem Sie arbeiten. Schon vor etlichen Monaten haben wir daher die Rubrik „Umfeld Wissenschaft“ eingeführt. Diese Thematik bietet aber eine derartige Fülle von Informationen, dass wir etliche davon nur als Kurzmeldungen veröffentlichen können. Häufig beziehen sich diese Meldungen auf genehmigte Förderungen. Diese bilden in ihrer Gesamtheit ein Trendbarometer derjenigen Forschungsrichtungen ab, von denen sich die Gesellschaft besondere Fortschritte erhofft. Um Ihnen auch einen Anhalt dafür zu geben, ob Ihre Arbeit „im Trend“ liegt, veröffentlichen wir ab dieser Ausgabe einen Meldungskasten „Trendbarometer Förderungen“ (s. S. 189).

Ich hoffe, diese und die anderen Informationen in der CLB geben Ihnen wiederum Anhaltspunkte für den Erfolg in Ihrer Arbeit.

Ihr



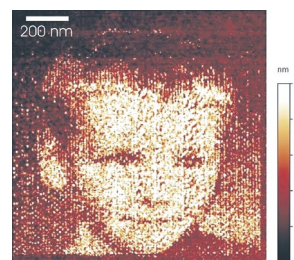
INHALT

Aufsätze

Genregulierung durch kleine RNS-Moleküle RNS-Schnipsel lassen Gene verstummen _____	168
HPTLC/AMD in der Wasseranalytik Bestimmung hydroxylierter Triazinabbauprodukte und saurer Pestizide _	172
Faszination Chemie (Teil 2) Alchemie und Chemie heute _____	176
Linux, Knoppix, Mac OS X, Open Source: Vorteile von Unix et al. in Chemie & Biologie Teil 7: Die grafische Oberfläche: X-Window _____	181

Rubriken

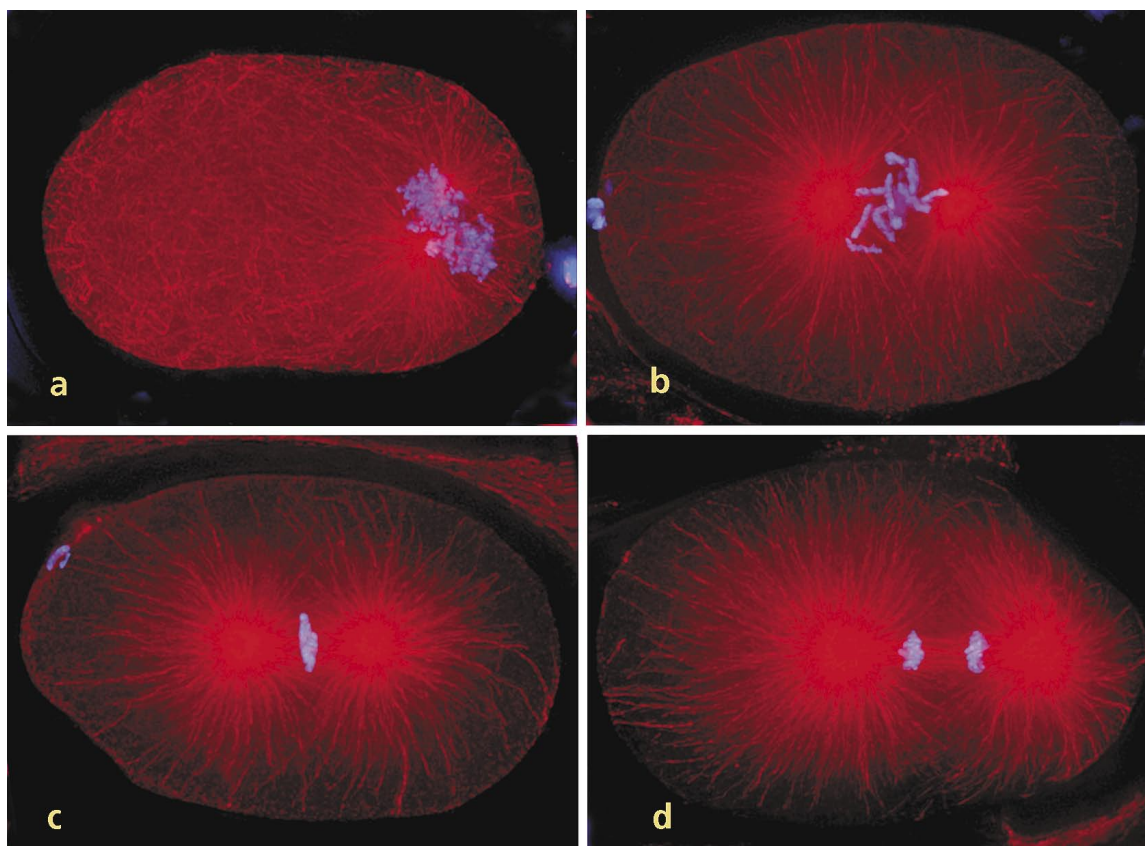
Editorial _____	161
Impressum _____	163
F & E im Bild _____	163
Unternehmen _____	164
Personalia _____	166
Förderungen / Preise _____	167
Messe / Kongress / Ereignisse	
Analytica in München und Control in Sinsheim Drahtseilakte zwischen Masse und Individualität _____	184
Forschung und Technik _____	188
Umfeld Wissenschaft _____	189
Literatur _____	191
Wirtschaft _____	192
Neue Produkte _____	194
Bezugsquellenverzeichnis _____	199



Zum Titelbild:
Die Kantenlänge dieses Portraits in diamantähnlichem Kohlenstoff beträgt nur etwas mehr als einen Mikrometer. Seine erhabenen Pixel ragen bis zu fünf Nanometer aus der Schicht heraus (Foto: FhG/IWS, Arc Precision; siehe Seite 188).

CLB-Memory

Finale des Bundeswettbewerbs „Jugend forscht“ in Saarbrücken Motto: „Auf einmal ist alles relativ“ _____	M33
Ultradünne Wasserschichten und instabile Wasserringe Neue Erkenntnisse über Wasser im Röntgenstrahl _____	M38
Halogene – Reaktionen und Verbindungen Es kann mehr als eine Antwort richtig sein _____	M40



Zellteilung live

Die vier Bilder zeigen die Zellteilung in einem frühen *C. elegans* Embryo. Die Mikrotubuli sind in rot, die DNA ist in blau dargestellt. Die Bilder sind Beispiele für multidimensionale Mikroskopie, aufgenommen mit Hilfe des „cell“-Systems von Olympus (Abbildungen: Dr. Karen Oegema, Tony Hyman Laboratory, MPI, Dresden).

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 · Priv. Doz. Dr.
H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg
Schwedt, Clausthal-Zellerfeld · Prof. Dr.
G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Wer-
ner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
e-Mail: kickuth@clb.de),
Dr. Maren Bulmahn (MB,
e-Mail: bulmahn@clb.de),
Dr. Christiane Soiné-Stark (CS,
e-Mail: stark@clb.de).

Ständige Mitarbeiter:
Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Hanau;
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Hans
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,
Bad Soden; Dr. Röbbbe Wünschiers, Köln.

VBTA-Verbandsmitteilungen:
Thomas Wittling,
Raiffeisenstraße 41, 86420 Diedorf
Telefon (0821)327-2330
Fax (08 23 8) 96 48 50
e-Mail: info@vbta.de

Anzeigenberatung:
Krampitz Verlagsvertretung
PF 350 262, 47032 Duisburg
Telefon (0203) 4568 266 / 267
Fax (0203) 4568 538
e-Mail: anzeigen@clb.de
oder info@krampitzvv.com

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

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002.

Bei Nichterscheinen durch Streiks o. Stö-
rung durch höhere Gewalt besteht kein
Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthalte-
nen einzelnen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede
Verwertung außerhalb der engen Gren-
zen des Urheberrechtsgesetzes ist oh-
ne Zustimmung des Verlags unzulässig
und strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mi-
kroverfilmungen und die Einspeicherung
und Verarbeitung in elektronischen Sys-
temen.
Für die Rückgabe unverlangt eingesand-
ter Buchbesprechungsexemplare kann
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Applied Biosystems, ein Unternehmen der Applera Corporation, ist eine Partnerschaft mit der Vialis GmbH eingegangen. Vialis ist ein Informatik Service- und Consultant Unternehmen, das sich auf die Datenverarbeitung in QA/QC Laboratorien spezialisiert hat.

Die Frankfurter MG Technologies hat ihr Spezialchemie-Unternehmen Dynamit Nobel an den US-Konzern Rockwood Specialities Group Inc. (Princeton/New Jersey) verkauft. Die Kunststoffsparte wurde jedoch ausgenommen. Der Verkaufserlös betrug 2,25 Milliarden Euro. Die Trennung von Dynamit Nobel ist Teil der Strategie von MG, den Konzern auf sein Kerngeschäft Anlagenbau zu beschränken. Durch die Transaktion entsteht einer der weltgrößten Produzenten von Spezialchemikalien, dessen Umsatz zu 53 Prozent aus Europa und zu 34 Prozent aus den USA stammt.

KSV Instruments Ltd. mit Sitz im finnischen Helsinki und führender Hersteller für Instrumente in der Qualitätssicherung und Oberflächenchemie, hat das schwedische Unternehmen Jenser Technology akquiriert, nun KSV-Jenser AB. Das neue Unternehmen stellt online-Instrumente und Spezialprodukte zur Erforschung der Oberflächenchemie zur Verfügung.

Die Division Diagnostika von Bayer HealthCare (BHC) wird in zwei Einheiten aufgeteilt: Bayer HealthCare Diagnostika Self Testing-Systeme (STS) und Bayer HealthCare Diagnostika Professional Testing-Systeme (PTS). Die Entscheidung von BHC, das Diagnostik-Geschäft in zwei Divisionen aufzuteilen, unterstützt und forciert zugleich die angekündigte Consumer Health-Ausrichtung des Teilkonzerns und ermöglicht beiden Bereichen eine größere Flexibilität in ihren jeweiligen Märkten.

Die MWG Biotech AG ist von der Unternehmensberatung Frost & Sullivan mit der „Technology Innovation 2004 Award“ im Bereich Microarray-Technik ausgezeichnet worden. MWG Biotech erhält die Auszeichnung für das hohe Maß technologischer Innovation und das große kommerzielle Potenzial der eigenentwickelten HPSF-Synthesetechnik. Die Technik ermöglicht die Herstellung hochwertiger Oligonukleotide (gereinigt und salzfrei) in höherer Geschwindigkeit und Qualität als mit existierenden HPLC basierten Methoden.

Sasol Ltd. hat seine Beteiligungen an Sasol Servo an das in England gelistete Unternehmen Elementis verkauft. Sasol Servo gehörte bislang zu dem Sasol Tochterunternehmen Sasol Olefins & Surfactants, das seine Verwaltungszentrale in Bad Homburg hat. Sasol Ltd. ist ein weltweit agierender Konzern mit den Schwerpunkten Chemie, Öl und Gas, Bergbau sowie synthetische Brennstoffe. Sasol Servo ist im Bereich der Spezialchemie aktiv und hat seinen Sitz in den Niederlanden.

MediGene ist das erste deutsche Biotech-Unternehmen, das ein Medikament in die Apotheken bringt. Eligard, ein verschreibungspflichtiges Medikament gegen fortgeschrittenen Prostatakrebs, wird vom japanischen Pharmakonzern Yamanouchi vermarktet.

Ionenaustauscher von Bayer Chemicals in China Größte Multistep-Anlage der Welt

Im ostchinesischen Ning Po wurde im Februar 2004 die größte Multistep-Anlage der Welt zur industriellen Wasseraufbereitung in Betrieb genommen. Bau und Planung lagen in den Händen eines internationalen Expertenteams aus der Business Unit Ionenaustauscher der Bayer Chemicals AG, in Kooperation mit der Ingenieurabteilung des taiwanesischen Anlageninhabers, der Formosa Chemical Fiber Corporation.

Die Multistep-Anlage bereitet verunreinigtes Flusswasser für den Einsatz in einem Kraftwerk durch Vollentsalzung so auf, dass die Kraftwerksturbinen über Jahre hinweg störungsarm arbeiten können. Jeden Tag werden 20 Stunden lang rund 500 Kubikmeter Rohwasser pro Stunde aufbereitet. Als Austauschharz kommt die Produktpalette Lewa-

tit MonoPlus von Bayer Chemicals zum Einsatz.

Bei dem Multistep-System, einem von Bayer entwickelten und patentierten Gegenstromverfahren, wird das Harz Lewatit Mono Plus in entgegengesetzter Richtung zur Beladung regeneriert. Solche Systeme arbeiten aufgrund des geringeren Chemikalienverbrauchs sowie kürzeren Regenerierintervalle effizienter als herkömmliche Polisher-Anlagen auf Basis Misch- oder Triobett. Im Vergleich fällt weniger Abwasser an und insbesondere die Investitionskosten sind für den Anlagenbetreiber geringer. Weitere Vorteile sind separate Regenerationsmöglichkeiten der erschöpften Komponenten, Unempfindlichkeit gegenüber Lastschwankungen und ionalen Veränderungen des Zulaufwassers sowie kein Bedarf an Hilfsstoffen wie beispielsweise Luft.

Zehnjahresvertrag von Roche und Hitachi

Roche Diagnostics und Hitachi High-Technologies Corporation, Tokio, verstärken ihre jeweilige Position auf dem Immunchemiemarkt. Der neue Kooperationsvertrag über 10 Jahre ist ein bedeutender Schritt nach vorn in das Multimilliarden-Immunchemiegeschäft, das auf Laborautomationslösungen basiert. Diese neue Übereinkunft schließt an eine erfolgreiche 25-jährige Partnerschaft auf dem Gebiet der automatisierten Analysensysteme für klinische Labors zwischen den zwei Unternehmen an. Der Wert dieses Marktes, der das größte Segment auf dem In-vitro-Diagnostikmarkt darstellt, wird gegenwärtig auf 6,8 Milliarden USD geschätzt.

Globalisierung geht weiter

Degussa eröffnet ein neues Forschungs- und Entwicklungszentrum in Shanghai. Das Projekt mit einem Investitionsvolumen von 10 Millionen Euro spiegelt die großen Chancen, die Degussa im chinesischen Markt sieht, wider. In dem neuen F&E-Zentrum mit einer Fläche von 6900 Quadratmetern sind hochmoderne Labors, Einrichtungen für Marketing, Anwendungstechnik sowie technischen Kundenservice untergebracht. Damit folgt Degussa dem Beispiel von Roche. Auch Roche erweitert seine weltweiten F&E Aktivitäten mit der Einrichtung eines Forschungszentrums in Shanghai mit den Kerngeschäften Diagnostics und Pharma.

Degussa und die Kosmetikindustrie

Trockenes Wasser für die Haut?

Hinter diesem scheinbaren Widerspruch verbirgt sich ein innovatives Konzept für die dekorative Kosmetik, das Degussa unter der Bezeichnung Aqua Foundation entwickelt hat und das derzeit der Kosmetikindustrie weltweit vorgestellt wird.

Mit dem neuen Verfahren werden Lösungen, die in Wasser verteilbare Farbstoffe, Vitamine, Pflanzenextrakte oder andere Wirkstoffe enthalten, in pulverförmige Produkte umgewandelt. Die Kieselsäure Aerosil wird in einem

Hochtemperaturprozess hergestellt und besteht aus Siliziumdioxid und Wasser.

Aerosil beeinflusst beispielsweise das Fließverhalten von Ölen, Wachsen und Emulsionen. Dadurch werden Struktur, Stabilität und Hautgefühl von Cremes, Lotionen und anderen Make-up-Präparaten verbessert. Zudem erhöht sie die Temperaturstabilität von Lippenstiften. Auch das Verklumpen von Haarfarbe- und Haarbleichmitteln wird vermindert. Aerosil kann sowohl hydrophil als auch hydrophob reagieren. Kommen etwa in einem

Mischer feine Wassertropfchen mit hydrophobem Aerosil in Berührung, werden diese von der wasserabstoßenden Kieselsäure umhüllt. Dadurch wird das Zusammenfließen verhindert. Es entsteht ein Pulver, das einen Wasseranteil von bis zu 95 Prozent besitzt. Weiter wird durch den Zusatz geringer Mengen von Silikon-Ölen das Pulver in eine Creme überführt. Verreibt man sie, wird das Wasser wieder freigesetzt, verdunstet zum Teil und dringt in die Haut ein. Zurück bleibt das gewünschte Make-up (Dry-Water-Effekt).

Erster Preis für die immatics biotechnologies GmbH

Immuntherapeutika zur Behandlung von Krebs

Die immatics biotechnologies GmbH aus Tübingen erhielt den mit 25 000 Euro dotierten ersten Preis des Innovations- und Businessplan-Wettbewerbs CyberOne 2004.

Das im September 2000 gegründete Unternehmen hat sich auf die Entwicklung von hochspezifischen Arzneimitteln auf Basis von neuen Tumorantigenen spezialisiert. Insgesamt wurden Preise im Wert von 60.000 Euro übergeben. 53 junge Unternehmer und Existenzgründer hatten ihre Beiträge für den Wettbewerb eingereicht. Der Geschäftsführer Dr. Niels Emmerich freute sich über den ersten Preis für ihre technologische Plattform, die durch Patente abgesichert wird. Das Wissen um geeignete Antigene ermögliche die Sensibilisierung des Immunsystems weitgehend ohne Nebenwirkungen.

Auf dieser Plattform entwickeln 13 immatics-Mitarbeiter innovative Immuntherapeutika. Dabei konzentriert sich die kleine Firma auf

die Bekämpfung des Nierenzellkrebses, an dem in den Industriestaaten jährlich mehr als 100 000 Menschen erkranken. Bei jedem zweiten Patienten werden bei der Krebsdiagnose bereits Metastasen festgestellt, so dass eine chirurgische Heilung kaum noch möglich ist. Das Marktpotenzial für ein wirksames Therapeutikum wird allein bei dieser Indikation weltweit auf bis zu 400 Millionen Euro pro Jahr geschätzt. Für die Durchführung der klinischen Studien und die Markteinführung des Präparats hat immatics bei einem Konsortium von Wagniskapitalgesellschaften und Risikokapitalfinanzierern unter Führung von Wellington Partners aus München und der 3i Group aus London sowie einigen Co-Investoren die Investitionssumme von 8,25 Millionen Euro eingeworben. Mit dieser Finanzierungsrunde, einer der größten Erstrundenfinanzierungen für ein deutsches Biotech-Unternehmen seit 2002, kann die nächste Phase der klinischen Prüfung starten.

Große Anzeigen zu teuer?

Einträge im Bezugsquellenverzeichnis kosten nur 4,50 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

Anfragen bitte an anzeigen@clb.de

INDUSTRIEGASEVERBAND

e.V.: Der IGV in Köln verabschiedete den langjährigen Geschäftsführer, Diplom-Ingenieur **Wolfgang Busch**, in den Ruhestand. Nachfolger wird Diplom-Ingenieur **Klaus-Dieter Krinninger**, Maschinenbau-Ingenieur mit 32 Jahre Berufserfahrung aus der Gaseindustrie unter anderem in den Bereichen Anwendungstechnik und Produktion.



Busch



Krinninger

DIE SARTORIUS AG, Göttingen, hat Dr. Uwe Gottschalk die Leitung des neuen Geschäftsfeldes „Purification Technologies“ innerhalb des Geschäftsbereiches Bioprocess der Sparte Biotechnologie übertragen. Der 42-jährige Gottschalk hat mehr als 13 Jahre Erfahrung in der pharmazeutischen Industrie.

DIE DEUTSCHE KREBSHILFE

einen neuen Vorstandsvorsitzenden: Friedrich Carl Janssen (60), Diplom-Kaufmann aus Köln, übernahm das Amt von Dr. Hans-Joachim Moehle (74). Seit 1977 gehört Janssen der Deutschen Krebshilfe als Vorstandsmitglied an.

Preis für wirksame, neue Therapien gegen alte Krankheiten

Der mit 250 000 Euro dotierte **Ernst-Jung-Preis** für Medizin der Jung-Stiftung für Wissenschaft und Forschung geht in diesem Jahr an den Münchner Neurobiologen **Prof. Tobias Bonhoeffer** und den US-Forscher **Prof. Stuart Lipton**. Der Göttinger Mediziner **Prof. Werner Creutzfeldt** erhält die **Ernst-Jung-Medaille für Medizin in Gold** für sein Lebenswerk. Die Preise wurden in der Hamburger Handelskammer überreicht. Der am Max-Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried bei München arbeitende Bonhoeffer bekommt den Preis für die Erforschung der molekularen und zellulären Vorgänge bei der Informationsspeicherung im Gehirn. Der am Burnham Institute im kalifornischen La Jolla arbeitende Lipton hat den Zelltod durch vorbereitete Selbsttötungsmechanismen untersucht und dabei insbesondere die Rolle von Glutamat als erregenden Überträgerstoff zwischen Nervenzellen studiert. Der mit der Ernst-Jung-Medaille für Medizin in Gold geehrte Göttinger Mediziner Creutzfeldt habe über Jahrzehnte die klinisch-wissenschaftliche Entwicklung der Diabetologie und Gastroenterologie geprägt.

Ehrungen

Der Nobelpreisträger **Professor Dr. Erwin Neher**, Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen erhält den **Karl-Küpfmüller-Ring** der Technischen Universität Darmstadt. Er erhält die Auszeichnung für seine besonderen Verdienste bei der interdisziplinären Vernetzung von Physik und Biologie. Er hat als Physiker Prozesse der Biologie bearbeitet, wie zum Beispiel Ionenflüsse durch Zellmembranen und Prozesse der Neurosekretion an Nervenzellen.

Für seine grundlegenden Beiträge zur Aufklärung von Schlüsselmechanismen der zellulären Proteinfaltung wird **Professor Ulrich Hartl**, Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried, mit dem mit 30 000 Dollar (Can) dotierten **Gairdner-Preis 2004** geehrt, einer international hoch angesehenen Auszeichnung in der Biomedizin, die alljährlich von der Gairdner Foundation, Kanada, vergeben wird.

Mit der **Willy-Hager-Medaille 2004** wird in diesem Jahr **Professor Dr. Fritz Frimmel**, Lehrstuhl für Wasserchemie am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe, ausgezeichnet. Die Stiftung würdigt damit die international anerkannten Verdienste von Professor Frimmel um den Schutz der Ressource Wasser und für seine wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiet der Wasserchemie und -analytik. Der **Willy-Hager-Preis 2003** für junge Nachwuchswissenschaftler auf dem Gebiet der Wasserforschung wird in diesem Jahr an **Dr. Claudia Weidlich**, Karl-Winnacker-Institut der DECHEMA e.V., Frankfurt am Main, verliehen. Sie erhält diese Auszeichnung für ihre Dissertation zum Thema „Entwicklung eines elektrochemisch schaltbaren Ionenaustauschers zur Wasserenthärtung auf der Basis des leitfähigen Polymers Polypyrrol“.

Professor Martin Vingron, Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik, Berlin, und **Professor Eugene W. Myers**, University of California, Berkeley, USA, sind die beiden Preisträger des ab diesem Jahr mit jeweils 750 000 Euro dotierten **Max-Planck-Forschungspreises**, der 2004 im Fachgebiet „Bioinformatik“ vergeben wird. Das Ziel dieser hohen, gemeinsam von der Alexander von Humboldt-Stiftung und der Max-Planck-Gesellschaft verliehenen Auszeichnung ist es, die gemeinsame Spitzenforschung von deutschen und ausländischen Wissenschaftlern zu fördern.

Der französische Experimentalphysiker **Professor Dr. Michel Broyer** von der Université Claude Bernard in Lyon erhält den **Alexander-von-Humboldt-Forschungspreis** und wird ab Mai 2004 an der Freien Universität Berlin im Sonderforschungsbereich Analyse und Steuerung ultraschneller photoinduzierter Reaktionen forschen. Prof. Broyer hat durch seine Beobachtung von Schalen und Superschalen verblüffende Analogien zur Kernphysik erstellt. Mit dem Preis werden international angesehene Spitzenwissenschaftler ausgezeichnet, die damit in Deutschland Forschungsprojekte ihrer eigenen Wahl durchzuführen können.

Der Brite **Professor Sir Edwin Southern**, der Amerikaner **Dr. Stephen P. A. Fodor** und posthum der Russe **Professor Andrei Mirzabekov** erhielten am 10. Mai 2004 den mit 50 000 Euro dotierten **Wissenschaftspreis „Molecular Bioanalytics“**. Der von Roche Diagnostics gestiftete Preis wurde vom Präsidenten der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie (GBM) auf der Eröffnungsfeier der Analytica in München vergeben. Die Forscher erhielten den Preis für ihre Beiträge zur Entwicklung der Microarray Technik (DNA Chip Technik).

Ideenwettbewerb für Gründer

Das Land Mecklenburg-Vorpommern sucht Ideen für innovative Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen, die zur Unternehmensgründung führen. Keine ausgereiften Businesspläne, sondern eine kurze, präzise Darstellung der Idee und ihrer Umsetzung. Angesprochen sind Studierende (mit einem Mentor aus der Hochschule), wissenschaftliche Mitarbeiter, Doktoranden, PostDocs und Professoren in Mecklenburg-Vorpommern. Es gibt zwei Kategorien: Forscher-Team (innovative Vorhaben mit erkennbarem Gründungspotenzial) und Gründer-Team (Weiterentwicklung von gründungsnahen, innovativen Geschäftsideen in konkreter Gründungsvorbereitung). Es locken Prämien im Gesamtwert von 600 000 Euro. Der Einsendeschluss ist der **29. Juni 2004**. Die Teilnahmeunterlagen finden Sie im Internet unter www.pva-mv.de. Ihr Ansprechpartner: PVA-MV AG, Joachim-Jungius-Str. 9, 18059 Rostock, Tel. 0381 4059 120; Fax 0381 4059 610.

BMBF unterstützt Firmengründungen im Biotechnik-Sektor

Das BMBF unterstützt Firmenneugründungen sowie kleine und mittlere Unternehmen bei der Entwicklung und Verwertung von Produkten in der Biotechnologie. Zusammen mit der institutionellen Förderung stellt der Bund in diesem Jahr für die Biotechnologie mehr als 700 Millionen Euro zur Verfügung. Bis zum **15. Oktober 2004** können für BioChancePLUS weitere Vorhaben-Skizzen eingereicht werden. Informationen finden Sie im Internet beispielsweise unter: BioChancePLUS: www.fz-juelich.de/ptj/index.php?index=40.

IT-Sicherheit

Der Förderpreis des CAST-Forums ist dieses Jahr wieder mit insgesamt 18 000 Euro dotiert. Der Förderpreis wurde Ende 2000 ins Leben gerufen, um innovative Arbeiten von Studenten zu belohnen und das Interesse für das Thema IT-Sicherheit zu steigern. Im Blickpunkt stehen Schutzlösungen aus OpenSource-Komponenten sowie Kryptografieanwendungen. Das CAST-Forum (Competence Center for Applied Security Technology) ist beim Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung in Darmstadt angesiedelt. Weitere Informationen unter <http://www.castforum.de/activities/prize/2004>.

Innovation bei Kunststoffen

Auch in diesem Jahr vergibt die Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe, Technische Vereinigung e. V. (AVK-TV) wieder den Innovationspreis in den Kategorien Anwendung, Umwelt und Hochschularbeit. Ziel des Innovationspreises ist die Förderung neuer industrieller Problemlösungen durch Composites und duroplastische Formmassen, die Darstellung der Leistungen unserer Branche im Umweltschutz, sowie die Förderung der Hochschularbeit im Bereich der Composites und duroplastischen Formmassen. Der Preis soll neue Problemlösungen sowie die dahinterstehenden Personen und Institutionen auszeichnen und so die Leistungsfähigkeit der gesamten Branche an die Öffentlichkeit tragen. Bewerbungen können zu folgenden Bereichen eingereicht werden: Die Anwendung des Jahres, der Umweltpreis des Jahres und die Hochschularbeit des Jahres. Einsendeschluss für die Bewerbungsunterlagen ist der **15. Juli 2004**. Die Bewerbungen sind zu richten an: AVK-TV e. V., Am Hauptbahnhof 10, 60329 Frankfurt. Nähere Angaben und Ausschreibungsunterlagen unter Tel. 069 250920 oder www.avk-tv.de.

Innovative Weiterbildung

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) schreibt den Weiterbildungs-Innovations-Preis (WIP) aus. Vergeben werden fünf Preise à 2500 Euro. Beteiligen können sich Bildungsdienstleister, Organisationen und Einrichtungen sowie Unternehmen aus dem In- und Ausland, die innovative Konzepte zur beruflichen und betrieblichen Weiterbildung entwickelt haben. Die Konzepte können auf die Vermittlung von Fach-, Personal-, Sozial- oder Methodenkompetenzen abzielen. Einsendeschluss ist der **31.05.2004**. Die Preisverleihung erfolgt im Frühjahr 2005 auf der Bildungsmesse in Stuttgart. Die Unterlagen und Teilnahmebedingungen für den Preis können im Internet unter www.bibb.de/wip oder per Telefon 0228 107 1107 abgerufen werden.

Mittelstandsförderung

Mit der Ausschreibung des Journalistenwettbewerbs „Forum Mittelstand“ 2004 werden nun zum zweiten Mal die besten Beiträge zum Thema Mittelstand gesucht. Ziel des Wettbewerbs ist es, das Engagement seitens der Journalisten weiter zu verstärken. Die Beiträge dürfen bis zum 1. September 2003 zurückdatieren. Eingereicht werden können auch Entwürfe für eine kommende Redaktionsarbeit. Die drei Sieger der Kategorien Print, Online und Hörfunk/ TV erhalten Preise in Höhe von je 2000 Euro. Mit dem erstmals ausgelobten Sonderpreis „IT-Sicherheit und Mittelstand“ will der Veranstalter hier einen besonderen Themenschwerpunkt setzen. Die Preisverleihung findet Ende November in Berlin statt. Einsendeschluss ist der **31. August 2004**. Weitere Informationen bei Susann Müller, [wbpr public relations potsdam](mailto:wbpr_public_relations_potsdam@parkstrasse2.de), Parkstrasse 2, 14469 Potsdam, Tel. 0331 201 66 64, Fax 0331 201 66 77, www.wbpr.de.

RNS-Schnipsel lassen Gene verstummen

Mechthild Kässer

Nach einem Jahrzehnt, das molekularbiologisch ganz im Zeichen der DNS und der Aufklärung der Erbsubstanz stand, richtet sich seit einigen Jahren das wissenschaftliche Augenmerk verstärkt auf das Schwestermolekül RNS. Heute wissen wir, dass RNS nicht nur die genetische Information aus dem Zellkern zu den Proteinfabriken der Zelle bringt und dort hilft, die Aminosäurebausteine in der richtigen Reihenfolge zusammensetzen. RNS kann noch viel mehr. Wie eine Reihe neuer Studien zeigt, spielt die lange Zeit übersehene, sogenannte kleine RNS eine Schlüsselrolle auf einer bisher unbekanntem Ebene der Gen-Steuerung. Die nur etwa 20-25 Nukleotide langen Molekülschnipsel regulieren die Aktivität der Gene. Indem sie beispielsweise Gene, die für die Entwicklung von Zelltypen und Geweben wichtig sind, kontrolliert abschalten, sorgen sie für den präzisen Ablauf der Entwicklung vom Embryo zum erwachsenen Organismus. Viele Wissenschaftler sind überzeugt, dass diese Steuerung biologischer Vorgänge oberhalb der Gen-Ebene (Epigenetik) nicht nur an zahlreichen Krankheiten wie Krebs beteiligt ist. Sie könnte auch erklären, wieso aus einer nahezu gleichen Anzahl von Genen so unterschiedliche Organismen wie beispielsweise der Mensch oder die Maus hervorgehen können.

In Veröffentlichungen verwirrt zunächst die Vielfalt ähnlicher Bezeichnungen: Neben „kleiner RNS“ sind Begriffe wie Mikro-RNS (miRNA), „small interfering RNA“ (siRNA), small temporal RNA (stRNA) oder „short hairpin RNA“ (shRNA) im Gebrauch. Und auch diese sind zurzeit noch nicht hundertprozentig genau definiert. Allen diesen kleinen RNS-Molekülen gemeinsam ist zunächst ihre geringe Länge von meist nur um die 22 Nukleotiden, was etwa zwei Helixschrauben entspricht.

Ungeachtet ihrer geringen Größe überrascht die kleine RNS durch ihre außergewöhnliche Vielseitigkeit. Aus der Flut von Veröffentlichungen vor allem in den letzten 5-6 Jahren entsteht etwa folgendes Bild:

Die kleine RNS drosselt die Genaktivität, indem sie die Boten-RNS blockiert oder zerstört und so den Bau von Proteinen verhindert (RNS-Interferenz).

Sie schaltet auch Gene in dicht gepackten Bereichen des Genoms ab [1,2].

Sie beeinflusst die äußere Gestalt des Chromatins und baut, wie Forscher [3] inzwischen für einige Organismen herausgefunden haben, auch ganze Genome um, indem sie weiterhin benötigte Informationsabschnitte herausschneidet und andere verwirft.

Die kleine RNS ist Teil des pflanzlichen Immunsystems und spricht auf eingedrungene Viren an, indem sie virale RNS zerstört [4].

Wie die kleine RNS dies bewerkstelligt, ist zum großen Teil noch unklar. Am besten untersucht und verstanden ist die RNS-Interferenz.

Die kleine Interferenz-RNS (siRNA)

Anfang der 90er Jahre entdeckten Biologen, dass kurze, in die Zelle eingebrachte RNS-Abschnitte die Aktivität von Genen in Pflanzen- und Tierzellen stören. Welche Gene betroffen sind und verstummen, hängt von der Sequenz der verabreichten RNS ab. Man vermutete hinter diesem sequenzspezifischen Eingreifen - dieser Interferenz - bestehende Abläufe einen einfachen Antisense-Mechanismus: Die eingeführte RNS ergänzt wegen ihrer ideal passenden Basenfolge Teile von zelleigener Boten-RNS zu einem Doppelstrang. Dadurch kann die genetische Information nicht mehr abgelesen werden, und die Synthese von Eiweißen bricht ab.

1998 fanden Fire und seine Mitarbeiter [5] bei Versuchen an dem Wurm und Modellorganismus *C. elegans*, dass nicht einfache, sondern doppelsträngige RNS die Gene abschaltet. Sie war bei früheren Experimenten als Verunreinigung unbeachtet mit eingeführt worden. Wegen der außergewöhnlich starken Interferenzwirkung der RNS-Doppelstränge nahm man an, dass sie in der Zelle vervielfacht würden oder dass katalytische Prozesse im Spiel wären. Die Genverstummung breitet sich auch auf benachbarte Zellen aus und wird von Keimzellen an Körperzellen weitergegeben. Diese Technik, Gene mit RNS-Doppelsträngen sequenzspezifisch abzuschalten, wird als RNS-Interferenz (RNAi) bezeichnet. Sie gehört zu einer Gruppe häufig beobachteter PTGS-Erscheinungen (PTGS für „post-transcriptional gene silencing“), bei denen Gene nach der Umschreibung von DNS in RNS (Transkription) verstummen.

Im Folgenden gelang es, ohne die Abläufe im Einzelnen zu kennen, mit Hilfe der RNS-Interferenz und der Kenntnis der Gensequenz die Funktion mehrerer



Die Autorin

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

Gene in *C. elegans* und weiterer einfacher Organismen zu bestimmen, und bald konnte man auch die bei Pflanzen beobachtete unerklärliche Genverstumung PTGS auf kurze RNS-Doppelstränge zurückführen [6]. Aus Studien an Lebewesen bis hinauf zu Säugern geht hervor, dass im Verlauf der Evolution die Enzyme und Mechanismen, auf die sich die RNS-Interferenz stützt, erhalten blieben. Sie gilt daher als universelle Zellantwort.

Bei Säugerzellen jedoch gab es zunächst Schwierigkeiten. Hier lösen die RNS-Doppelstränge mit der üblichen Länge von 150-450 Nukleotiden eine starke Interferon-Antwort (IFN response) aus, die unspezifisch Boten-RNS zerstört und zum Zelltod führen kann. Elbashir et al. [7] umschifften diese Schwierigkeit, indem sie sehr kurze, chemisch synthetisierte Moleküle aus nur etwa 22 Nukleotiden benutzten.

Mechanismus

Die RNS-Interferenz wird heute als universelles Werkzeug zur systematischen Analyse von Genfunktionen geschätzt. Denn das Ausschalten eines bestimmten Gens liefert Hinweise auf das Genprodukt bzw. darauf, welche Erbanlagen für die Ausprägung einer Körperfunktion zuständig ist. Das Interesse an diesem Thema war daher von Anfang an riesig, zumal die verschiedenen Genomprojekte zur gleichen Zeit auch die erforderlichen Gensequenzen offen legten. Dadurch war es möglich, für jedes Gen eine passende Interferenz-RNS herzustellen. In wenigen Jahren war der Mechanismus (Abbildung 1) aufgeklärt.

Um ein bestimmtes Gen lahm zu legen, werden RNS-Doppelstränge aus 150-450 Nukleotidpaaren hergestellt, die mit Teilen des abzuschaltenden Gens bezüglich ihrer Sequenz übereinstimmen. In der Zellflüssigkeit schneidet ein Enzymkomplex namens Häcksler (dicer) aus der Familie der Ribonukleasen III sie in kleine Stücke von 21-23 Nukleotiden Länge. Diese kleinen doppelsträngigen Interferenz-RNS (siRNAs) sind die eigentlichen Auslöser der Genabschaltung. Typisch für sie sind zwei ungepaarte Nukleotide am 3'-Ende jeden Stranges [9]. Bei Säugerzellen verwendet man, um eine Interferon-Antwort zu vermeiden, synthetische siRNAs, die durch eine Kinase mit Phosphatgruppen versehen werden. Die kleine Interferenz-RNS verbindet sich mit drei bestimmten Zelleiweißen zu einer Blockiereinheit namens RISC (RNA Induced Silencing Complex). Sie enthält eine Helicase, welche die gewundene RNS-Struktur glättet, und zwei Ribonukleasen. Der eine Strang löst sich ab, und mit Hilfe des Antisensestrangs findet das Enzym sein Ziel, die Boten-RNS mit der passenden Sequenz. Dort heftet es sich an und spaltet das Botenmolekül.

Die große Wirksamkeit der RNS-Interferenz beruht vermutlich auf der Vervielfältigung der eingeführten Doppelstränge durch eine RNS abhängige Polymerase [10], zumindest in niederen Eukaryonten, Würmern, Pilzen und Pflanzen. In Säugerzellen ist die Blockier-

einheit der Verstärker, da sie wie ein Katalysator wirkt und nacheinander viele Boten-RNS-Moleküle spaltet [11].

Abgrenzung gegen andere Verfahren

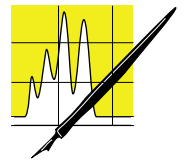
Möglichkeiten, Gene abzuschalten, gab es auch vor der Entdeckung der RNS-Interferenz, vor allem die Blockierung der Gene durch homologe Rekombination:

Die Ribozymtechnik z. B. benutzt bestimmte RNS-Moleküle, die sich an die anvisierte Boten-RNS sequenzspezifisch anheften und sie zertrennen.

Die Antisensetechnik verwendet DNS- oder RNS-Moleküle, meist Antisense-Oligodesoxynukleotide, die komplementär zur Boten-RNS sind, mit dieser einen Doppelstrang bilden und so die Proteinsynthese verhindern. Es kommt aber oft zu Nebenwirkungen, auch ist die Wirksamkeit der Genabschaltung ungewiss und schwer abzuschätzen.

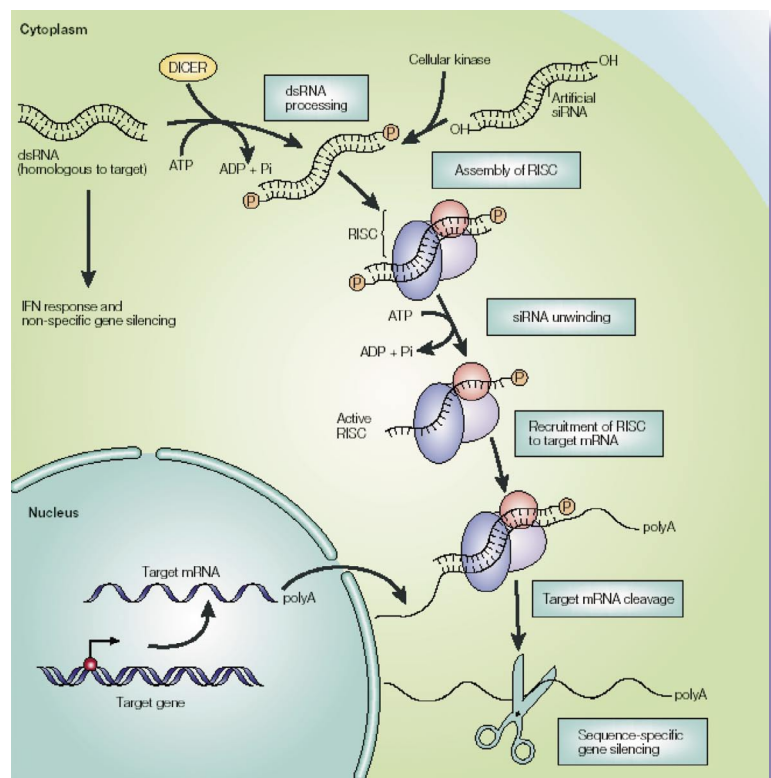
Diese Methoden sind zeit- und kostenaufwändig und nicht universell einsetzbar. Die RNS-Interferenz wirkt ebenfalls gezielt, ist aber preisgünstiger, schnell und sehr empfindlich (mehrere Zehnerpotenzen empfindlicher als die Antisensetechnik [12]).

Bei den genannten Techniken bleibt die Erbinformation selbst unangetastet, nur die Expression wird unterbunden. Dies kann Vorteile haben gegenüber Vorgehensweisen, bei denen das Gen entfernt oder zerstört wird - wie bei knock-out-Mäusen. Z. B. kann bei Embryonen ein Genverlust bedeuten, dass sie die Entwicklungsstufe gar nicht erreichen, in dem seine Wirkung zu beobachten wäre. Die RNS-Interferenz



AUFSÄTZE

Abbildung 1: Mechanismus der RNS-Interferenz [8]



in die gewünschten siRNAs gespalten. Sie lösen eine anhaltende RNS-Interferenz aus. Mehrere Systeme, die Plastide oder Lenti- bzw. Adenoviren als Fähre nutzen, haben sich inzwischen bewährt, z. B. bei der Bekämpfung von Hepatitisviren [16]. In die Keimbahn eingebracht, ermöglichen sie sogar, stabile transgene Stämme oder gar transgene Tiere mit bestimmten inaktiven Genen zu schaffen, die diese Eigenschaft auch vererben [17].

Bedeutung und Anwendung

Fast noch interessanter als in der Grundlagenforschung erscheint die Anwendung der kleinen RNS als Medikament. Gleich mehrere Forschergruppen [18,19] haben sich auf die Aufgabe gestürzt, klinisch wichtige Gene lahm zu legen z. B. Krebsgene und Gene krankmachender Viren.

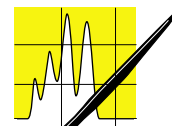
An menschlichen Zellkulturen und Mäusen gelang es, mit Hilfe der RNS-Interferenz die Vermehrung zahlreicher Viren, vor allem HI-, Hepatitis-, Influenza-, Polio-, oder Papilloma-Viren in beeindruckendem Ausmaß zu hemmen. Dabei wurden außerdem unterschiedliche Mechanismen der antiviralen Wirkung erkannt und neue Einsichten in die Wechselwirkungen zwischen Virus und Wirtszelle und in die Vermehrungszyklen von Viren gewonnen.

In der Krebsforschung wird die Entdeckung der Mikro-RNS vermutlich unsere Vorstellung, wie die Krankheit entsteht, verändern. Mutationen galten bisher als Ursache, eine Rolle kann aber auch die gestörte Feinregulierung bestimmter, an der Zellteilung beteiligter Gene spielen. Diese Einschätzung führte zu einem neuen Ansatz in der Tumorbehandlung, und sie scheint richtig zu sein. 2003 konnte z. B. eine Arbeitsgruppe von Prof. Klaus Strebhardt von der Universität Frankfurt/Main in Versuchen an Krebszellen mit Hilfe einer spezifischen siRNA erreichen, dass die Tumorzellen ihre typische, überhöhte Produktion des Enzyms Polo-Like Kinase 1 einstellen. Danach lösten die Tumorzellen ein natürliches Selbstmordprogramm aus und starben ab. Die Übertragung der Heilkur auf einen lebenden Organismus ist das nächste Ziel der Forscher, deren Arbeit mit einem Graduiertenstipendium der Nürnberger Novartis-Stiftung unterstützt wird. Trotz vieler ermutigender Fortschritte und Erfolge ist es klar, dass es noch viele Jahre dauern wird, bis die kleine RNS als Medikament für Gentherapien eingesetzt werden kann.

Literatur

- [1] Volpe T. A. et al Science 297 (2002) 1833-1837
- [2] Hall I.M. Science 297 (2002) 2232-37
- [3] Mochizuki K., Fine N.A., Fujisawa T., Gorovsky M.A. Cell 110 (2002) 689-699
- [4] Waterhouse P. M., Wang M. B., Lough T. Nature 411 (2001) 834-842
- [5] Fire A. Nature 391 (1998) 806-811

- [6] Hamilton A.J., Baulcombe D.C. Science 286 (1999) 950-952
- [7] Elbashir S.M., Harborth J., Lendeckel W., Yalcin A., Weber K., Tuschl T. Nature 411 (2001) 494-498
- [8] M. Stevenson Nature Reviews Immunology 3 (2003) 851-858
- [9] Elbashir S.M., Lendeckel W., Tuschl T Genes Dev. 15 (2001) 188-200
- [10] Sijen T, et al Cell 107 (2001) 465-476
- [11] Hutvagner G., Zamore P.D. Science 297 (2002) 2056-2060
- [12] Elbashir S.M. Nature 411 (2001) 494-498
- [13] Lee R.C., Feinbaum R.L., Ambros V. Cell 75 (1993) 843-854
- [14] C. Dennis Nature 420 (2002) 732
- [15] Rhoades M.W., Reinhart B.J., Lim L.P., Burge C.B., Bartel B., Bartel D.P. Cell 110 (2002) 513-520
- [16] McCaffrey, A. P. Nature Biotechnol. 21 (2003) 629-630
- [17] Carmell, M. A. et al. Nature Struct. Biol. 21 January 2003 (DOI:10.1038/nsb896)
- [18] M.T.McManus, P.A. Sharp Nature Reviews 3 (2002) 737-747
- [19] Saksela K. Trends in Microbiology 11 (2003) 345-347



AUFSÄTZE

Herstellung der kleinen RNS

Kurze doppelsträngige Interferenz-RNS lässt sich chemisch herstellen. Das ist verhältnismäßig teuer (mehrere hundert Euro/Gen), und oft sind mehrere Varianten erforderlich, ehe die Genabschaltung gelingt. Das Deutsche Ressourcenzentrum für Genomforschung GmbH, Berlin (<http://www.rzpd.de/about/press/>) stellt nun ein leistungsfähigeres Verfahren vor: Um die Wirksamkeit zu erhöhen, werden nur Genabschnitte ohne konservative oder repetitive Bereiche ausgewählt und diese DNS-Doppelstränge vermehrt. Sie stellen eine wertvolle Resource dar, aus der immer wieder durch in-vitro-Transkription RNS-Doppelstränge (150-450 Basenpaare lang) hergestellt werden können, die wiederum durch Häcksler oder RNase III-Enzyme in funktionelle siRNAs gespalten werden. Bis Anfang 2005 will RZPD siRNAs für Maus- und Rattengene sowie für 36 000 menschliche Gene anbieten können.

Verabreichen der kleinen RNS

Bei einfachen Organismen wie dem viel studierten Wurm *C. elegans* reicht es, die si-RNS in die Nährlösung zu geben. Sie diffundieren durch die Haut. Andere Forscher füttern ihn mit *E. coli*-Bakterien, welche die kleine RNS herstellen. Bei der Fruchtfliege beispielsweise ist ein Einschleusen unter Hochdruck erfolgreich, bei Säugerzellen sind die Mikroinjektion oder Liposome als Taxis gebräuchlich. Die Verabreichung der kleinen RNS als Medikament für den Menschen ist zurzeit eine der größten Hürden bei der Ausarbeitung einer Therapie. Eine neue Art der Einschleusung in die menschliche Zelle gaben letztes Jahr Forscher des Kekulé Instituts für Organische Chemie und Biochemie in Bonn bekannt. Katja Schmitz, Ute Schepers und Kollegen koppelten die gewünschte siRNA über Disulfidbindung an ein kleines Peptid namens PTD (protein transduction domain), das bekannt dafür ist, Moleküle sicher durch die Zellmembran zu transportieren und dann frei zu lassen. Andere Gruppen stellen DNS-Vektoren her, die kurze haarnadelförmige RNS (shRNAs) exprimieren. In der Zelle werden diese enzymatisch in kleine Interferenz-RNS gespalten. Statt Plasmiden kann man auch Retro- oder Adenoviren als Fähren verwenden. In beiden Fällen hält die Produktion von Interferenz-RNS an, die Dauer der Genabschaltung lässt sich also ausdehnen.

Bestimmung hydroxylierter Triazinabbau- produkte und saurer Pestizide

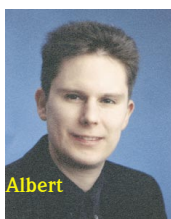
Roger Albert und Walter Weber

In der neuen Trinkwasserverordnung 2001 sind in Anlage 2 zu § 6 Absatz 1 „Chemische Parameter“ Teil 1 unter Nr. 10 Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte mit einem Grenzwert von 0,0001 Milligramm pro Liter aufgeführt. Es wird in der Spalte „Bemerkungen“ darauf hingewiesen, dass auch die „relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte“ zu überwachen sind. Hierzu nimmt das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BfV), heute Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in einem Schreiben aus dem Jahr 2000 zusammenfassend wie folgt Stellung: „Die vorliegenden toxikologischen Daten zeigen, dass bei ... Hydroxytriazin-Metaboliten und den hydroxylierten Triazin-Desalkylierungsprodukten von einem gegenüber ihren Ausgangssubstanzen Atrazin, Propazin und Simazin geringeren oder gleichartigen Toxizitätspotential ausgegangen werden kann. Bei der Überprüfung der Trinkwassergrenzwerte sollten daher die in Rede stehenden Metaboliten mit berücksichtigt werden. ... aus Gründen des vorsorgenden Verbraucherschutzes wird empfohlen, die Toxizität der Hydroxytriazin-Metaboliten und der Ausgangssubstanzen Atrazin, Propazin und Simazin gleichzusetzen.“ Bedingt durch methodische Probleme gibt es bisher nur wenige Untersuchungsdaten über das Vorkommen der oben genannten Hydroxy-Metaboliten. Dennoch kann festgehalten werden, dass diese Schadstoffe in markanten Konzentrationen in vielen Wässern vorkommen, dabei aber keine Korrelationen zwischen den Konzentrationen der einzelnen Verbindungen zu erkennen sind.

Aufgrund der Vorgaben der TrinkwV 2001 und der oben zitierten toxikologischen Beurteilung sowie dem zu erwartenden Vorkommen der Hydroxytriazin-Metaboliten in der aquatischen Umwelt sind für eine

Die Autoren

Roger Albert studierte Lebensmittelchemie an den Universitäten Stuttgart und Hohenheim. Danach leitete er die anorganische Analytik beim Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart. Schließlich übernahm er den Bereich Sonderanalytik beim Zweckverband Landeswasserversorgung als Laborleiter. **Walter Weber** studierte an den Universitäten Clausthal-Zellerfeld und Stuttgart Chemie und Lebensmittelchemie, und promovierte anschließend an der Universität Hohenheim in Organischer Chemie. Nach einigen Jahren als Leiter der Zentralen Messabteilung der CVUA Sigmaringen leitet er seit 1990 das Betriebs- und Forschungslaboratorium der Landeswasserversorgung.



Vielzahl von Wasserversorgungsunternehmen eigene und zeitnahe Untersuchungsergebnisse über die Belastung der Rohwässer mit den in Rede stehenden wasserwerksrelevanten und möglicherweise sogar trinkwasserrelevanten Abbauprodukten Hydroxytriazin und Hydroxydesethyltriazin sowie mit weiteren hydroxylierten Triazin-Verbindungen von großer Bedeutung, da zur Minimierung dieser Schadstoffe im Trinkwasser die Aufbereitung der Rohwässer im Sinne der Vorgaben der TrinkwV durch Einsatz von Aktivkohle optimal gesteuert werden muss.

Im Betriebs- und Forschungslaboratorium der Landeswasserversorgung wird deshalb zurzeit nach Möglichkeiten gesucht, die hydroxylierten Substanzen zu bestimmen. Als Untersuchungsmethode soll primär die HPTLC/AMD eingesetzt werden, da mit dieser Methode ein verhältnismäßig kostengünstiges System zur Verfügung steht, mit dem auch weitere, bisher nicht oder nur sehr schwierig bestimmbare Substanzen analysiert werden können. Dies gelingt deshalb, weil die HPTLC/AMD die Möglichkeit bietet, eine Chromatographie über einen deutlich weiteren Polaritätsbereich als üblich durchzuführen. Daraus resultiert eine breite Einsatzmöglichkeit dieser Methode im Bereich der zukünftig zu erwartenden Spurenanalytik polarerer Substanzen aus dem Bereich der Pflanzenschutzmittel und Arzneimittel sowie deren Metaboliten.

Methodik

Die Kombination der „High Performance Thin-Layer Chromatography“ (HPTLC) mit „Automated Multiple Development“ (AMD) wurde Mitte der 80er Jahre durch Burger et al [1] aus einem klassischen Mehrfachentwicklungssystem und dem „Programmed Multiple Development“ (PMD) von Perry et al [2] entwickelt. Sie eignet sich hervorragend zur Spurenanalytik [3 - 9], so dass die erste DIN-Norm zur Bestimmung von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln bereits 1991 verabschiedet werden konnte [10]. Es ist mit dieser Technik möglich verschiedene, mit den üblichen Methoden wie der Gaschromatographie und der Hochdruckflüssigkeitschromatographie nicht oder nur nach aufwändigen Derivatisierungen bestimmbare Substanzen zu chromatographieren und zu detektieren. Außerdem sind die Kosten für die apparative Ausrüstung um ein Mehrfaches geringer als

für eine HPLC-MS/MS-Anlage, mit der möglicherweise ein Großteil der geplanten Untersuchungen ebenfalls durchgeführt werden könnte.

Die „High Performance Thin-Layer Chromatography“ in Kombination mit „Automated Multiple Development“ erlaubt bei entsprechender Ausrüstung eine vollständige Automatisierung der dünn-schichtchromatographischen Trenntechnik, mit programmierbarer Mehrfachentwicklung sowie Gradientenelution und resultiert in einer gegenüber der konventionellen Dünnschicht-Chromatographie wesentlich verbesserten Trennleistung mit 20 bis 30 Grundlinientrennungen pro Chromatogramm. Mehrwellenlängenmessungen bieten eine ausgezeichnete visuelle Auswertemöglichkeit; auch können UV-Spektren direkt auf der Platte aufgenommen werden. Jede Substanz lässt sich somit durch ihr chromatographisches Verhalten und über ihre UV-Kenndaten bestimmen. Interferenzen und Störsubstanzen können auf diese Weise leicht erkannt und eliminiert werden.

Diese Analysenmethode hat zwar in der Vergangenheit neben der Gaschromatographie und der Hochdruckflüssigkeitschromatographie im Bereich der Wasseranalytik nur wenig Bedeutung erlangt, da mit diesen beiden bereits etablierten und populäreren Methoden der größte Teil der bisher relevanten Substanzen untersucht werden konnte, jedoch werden aufgrund der Erfahrungen aus jüngerer Zeit in Zukunft immer mehr polare Schadstoffe zu analysieren sein. Somit ist es wichtig, eine kostengünstige Analytik für die Bestimmung mittelpolarer und polarer Substanzen zu entwickeln.

Eine Analyse mittels HPTLC/AMD-Technik läuft folgendermaßen ab: ein Teil der Probe, die durch Festphasenextraktion vorgereinigt und gleichzeitig aufkonzentriert worden ist, wird über ein vollautomatisches Auftragesystem (CAMAG TLC Sampler 4) auf eine HPTLC-Platte aufgebracht. Die Entwicklung und damit die Trennung der Analyten erfolgt anschließend softwaregesteuert in der AMD-Kammer (CAMAG AMD2). Daran schließt sich die densitometrische Auswertung mit einem Multiwellenlängenscanner (CAMAG TLC Scanner 3) an.

Was unterscheidet nun die AMD-Technik von einer klassischen dünn-schichtchromatographischen Entwicklung oder einer Chromatographie mit Mehrfachentwicklung?

Die Entwicklung in der klassischen Dünnschichtchromatographie wird mit einem einzelnen Lösungsmittel oder einem Lösungsmittelgemisch als mobile Phase einmal über die gesamte Laufstrecke durchgeführt. Zur Mehrfachentwicklung wird dieser Vorgang mehrere Male wiederholt.

Im Unterschied zu den klassischen Methoden unterteilt die AMD-Technik die Entwicklung in viele einzelne Teilschritte. Die Analyse beginnt mit einem stark eluierenden und endet mit einem schwachen Fließmittel. In einer ersten Phase erfolgt die Chromatographie mehrfach wenige Millimeter über den

Auftragefleck hinweg. Die zu trennenden Komponenten wandern dabei möglichst vollständig vom Start in die Fließmittelfont. Neben einer Abtrennung polarer Matrixbestandteile (die an der stationären Phase adsorbiert bleiben) führt dies zu einer ersten Fokussierung der Analyten. Die Substanzflecken werden im unteren Bereich zuerst vom Fließmittel überstrichen und beginnen daher dort zuerst zu laufen. Dieser Fokussierungseffekt der AMD wirkt der Peakverbreiterung durch Diffusion entgegen, die Peakbreiten bleiben über die gesamte Fließstrecke im Wesentlichen konstant.

Ein optischer Sensor bestimmt die tatsächliche Position der Fließmittelfront in der Entwicklungskammer. Ist die gewünschte Laufstrecke erreicht, löst die Steuersoftware das Abpumpen des Fließmittels und anschließend eine Trocknung der HPTLC-Platte mittels eines angelegten Vakuums aus. Dadurch wird sichergestellt, dass die aktive Oberfläche nicht durch Reste vom Fließmittel belegt ist und immer optimale und reproduzierbare Bedingungen vorliegen. Die anschließende Belüftung erfolgt mit Stickstoff.

Nach den Fokussierungsschritten wird die Laufweite in weiteren Stufen jeweils um ein frei wählbares Inkrement erhöht (üblicherweise 2 bis 3 Millimeter), die Zusammensetzung des Fließmittels hin zum Unpolaren verändert und erneut entwickelt.

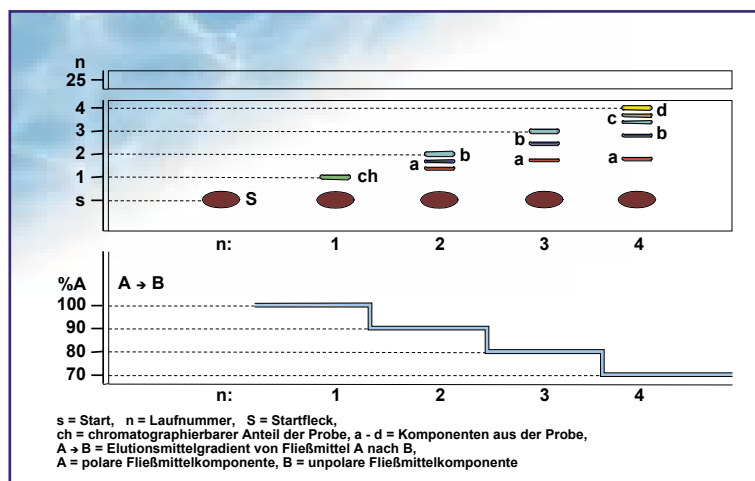
In aller Regel kommen in der AMD-Technik drei Fließmittel zum Einsatz: ein Basis-Fließmittel (beispielsweise Dichlormethan), ein polarer „Verstärker“ (zum Beispiel Methanol) und ein unpolarer „Abschwächer“ (zum Beispiel n-Heptan). Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dem Fließmittelgradienten einen pH-Gradienten durch den Zusatz von Säure und/oder Lauge zu überlagern, sowie die stationäre Phase vor dem Lauf über eine Konditionierflasche mit einem basischen (beispielsweise ammoniakalisches Methanol) oder einem sauren Reagenz (zum Beispiel wässrige Ameisensäure) zu konditionieren. Generell eignen sich alle Fließmittel, die leichtflüchtig, niedrigviskos, inert und in ausreichender Reinheit verfügbar sind.

In der Abbildung 1 ist eine typische Gradientenelution in der AMD dargestellt. Nach den ersten Stufen



AUFsätze

Abbildung 1: Gradientenelution in der AMD



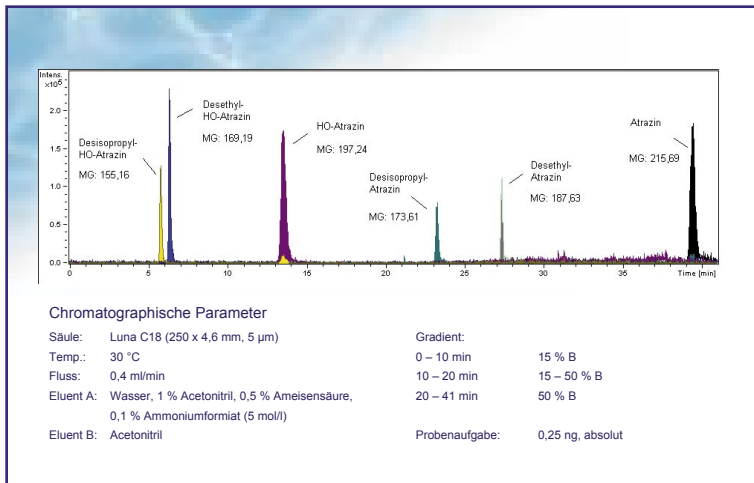
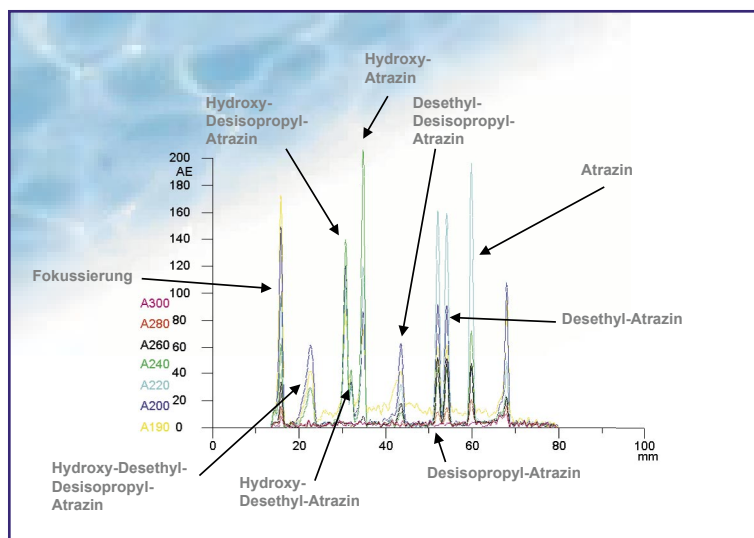


Abbildung 2: Chromatogramm der „Hydroxyatrazine“ nach HPLC-MS

sind die chromatographierbaren Anteile der Probe vom Startfleck (und der Matrix) getrennt in der Fließmittelfront zu einer scharfen Zone fokussiert. Im zweiten chromatographischen Schritt mit einem etwas schwächeren Lösungsmittelgemisch bleiben zwei der Komponenten geringfügig zurück, der größte Teil der Substanzen befindet sich weiter in der Fließmittelfront. Im dritten Schritt wird die Trennung deutlicher, Komponente a bewegt sich kaum mehr und Komponente b wandert noch weiter. Dann erfolgt eine weitere Auftrennung, bis das Ende der Laufstrecke erreicht ist. Es gilt letztendlich für alle chromatographierbaren Komponenten, dass sie zunächst je nach Polarität unterschiedlich lange scharf fokussiert in der Front laufen, und später nach wenigen Trennschritten ihre endgültige Position im Chromatogramm erreichen. Insgesamt ergeben sich in der AMD-Technik so Laufstrecken von über einem Meter, und dadurch eine außerordentliche Trennschärfe mit 20 bis 30 Grundlinientrennungen auf 80 Millimeter.

Abbildung 3: Chromatogramm der „Hydroxyatrazine“ nach HPTLC/AMD

Nach der Entwicklung detektiert ein Multiwellenlängenscanner die Analyten, die immobilisiert auf der stationären Phase vorliegen, üblicherweise im Bereich des UV-VIS oder durch Fluoreszenzmessung. Signifi-



kante Empfindlichkeits- und Selektivitätssteigerungen lassen sich durch Derivatisierungen mit spezifischen Färbereagenzien oder durch die Durchführung von Enzymhemm- oder Leuchtbakterientest erreichen. So ist bei dem Herbizid Amitrol (Aminotriazol) der Nachweis von 1 Nanogramm absolut nach der Anfärbung der Aminogruppe mit Amerikabase möglich.

Problematik und Analytik der Atrazin-Abbauprodukte in Wasser

Triazine werden in der Natur nicht nur durch Desalkylierung an den Aminogruppen zu den allgemein bekannten und analytisch leicht zu erfassenden Abbauprodukten Desethyl-, und Desisopropyltriazin abgebaut, sondern es kann auch eine Hydroxylierungsreaktion stattfinden [11 und 12]. Die durch die Chlorabspaltung entstehenden „Hydroxytriazine“ (steht im Folgenden für alle hydroxylierten Mutter- und Abbauprodukte) weisen eine deutlich höhere Polarität auf und sind daher mit den üblichen analytischen Methoden nicht oder nur mit erheblichem Aufwand zu bestimmen. Deshalb sind über das Vorkommen hydroxylierter Triazin-Abbauprodukte vergleichsweise wenig Daten bekannt.

Dennoch lässt sich aus den wenigen in den letzten Jahren veröffentlichten Untersuchungsergebnissen ableiten, dass ein häufiges Vorkommen dieser Verbindungen, insbesondere von hydroxylierten Atrazinverbindungen, zu erwarten ist und zwar in Konzentrationen, die durchaus in derselben Größenordnung wie Desethylatrazin und Atrazin liegen. So zeigen im Jahr 2000 veröffentlichte Untersuchungsergebnisse, dass in deutschen Grundwasserproben mit Atrazin- und Desethylatrazin-Gehalten größer 0,05 Mikrogramm pro Liter auch hydroxylierte Atrazinverbindungen in annähernd der gleichen Größenordnung vorkamen [15].

Bedingt durch die einleitend genannten Vorgaben der TrinkwV und der toxikologischen Beurteilung sowie dem zu erwartenden Vorkommen der Hydroxytriazin-Metaboliten sind für eine Vielzahl von Wasserversorgungsunternehmen Kenntnisse über die Belastung der Rohwässer mit den in Rede stehenden wasserwerksrelevanten und möglicherweise sogar trinkwasserrelevanten Abbauprodukten wünschenswert. Deshalb wird beim Zweckverband Landeswasserversorgung eine Analysenmethode mit der HPTLC/AMD entwickelt, die die Bestimmung dieser Produkte in Wasser ermöglicht. Zwar ist eine Bestimmung auch mit einer HPLC/MS-Methode möglich, deren Anwendung aber vergleichsweise kostenintensiv ist und daher nicht überall und zu jeder Zeit zur Verfügung steht. In Abbildung 2 ist eine HPLC-Trennung der „Hydroxyatrazine“ dargestellt.

Das Ergebnis einer HPTLC/AMD-Trennung der untersuchten Atrazin-Abbauprodukte wird in Abbildung 3 gezeigt. Von den einzelnen Substanzen sind jeweils

100 Nanogramm absolut aufgetragen worden. Von Hydroxy-Desethyl-Desisopropyl-Atrazin wurden nur 10 Nanogramm eingesetzt. Es ist offensichtlich, dass mit der Methode die angestrebte Nachweisempfindlichkeit gegeben ist und eine vollständige Trennung der Abbauprodukte erreicht werden kann.

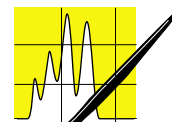
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der HPTLC/AMD eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Verfügung steht, um die beim Abbau von Atrazin entstehende Metabolite mit ausreichender Empfindlichkeit zu trennen. Das Hauptaugenmerk liegt zurzeit auf der Optimierung der Probenvorbereitung. Dies wird im nächsten Jahr im Rahmen eines von der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW) geförderten Forschungsprojektes durchgeführt werden.

Danksagung

Wir danken der Firma Camag für die freundliche Unterstützung und Beratung bei der Entwicklung der Methode.

Literatur

- [1] K. Burger: DC-PMD, Dünnschicht-Chromatographie mit Gradienten-Elution im Vergleich zur Säulenflüssigkeitschromatographie, Fresenius Z. Anal. Chem., 318 (1984) 228
- [2] Perry, J.A., Jupille, T.H., Glunz, L.J., Anal. Chem. 47 (1975) 65A-74A
- [3] W.H. Weber: Ergebnisse und Tendenzen der Analytik von Pflanzenbehandlungsmitteln und ähnlichen Stoffen sowie deren Metaboliten in Grund- und Trinkwässern; Schriftenreihe des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, 65 (1987) 109
- [4] W.H. Weber: Pflanzenschutzmittel und ähnliche Stoffe in Grund- und Trinkwässern: Tendenzen bei der Analytik aus der Sicht chemischer Untersuchungsanstalten; Schriftenreihe des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, 79 (1988) 183
- [5] K. Burger: Multimethode zur Ultraspurenbestimmung: Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Grund- und Trinkwasser analysiert durch DC/AMD; Pflanzenschutzmittelnachrichten Bayer, 41 (1988) 2
- [6] W.H. Weber: Tagungsband zur 3. Praktina (3. Europäisches Symposium für Instrumentelle Analytik) vom 28.11.1988 in Krefeld, S. 255, Hoppenstedt-Verlag, Darmstadt 1988
- [7] E. Zietz und J. Ricker: Methods to monitor pesticides in ground and drinking water by HPTLC/AMD according to Water regulations; J. Planar Chromatogr., 2 (1989) 262
- [8] U. De La Vigne, D.E. Jähnchen und W.H. Weber: Application of high-performance thin-layer chromatography and automated multiple development for the identification and determination of pesticides in water; J. Chromatogr., 553 (1991) 489
- [9] H. Jork, G. Keller und U. Kocher: Application of the AMD to the determination of crop-protection agents in drinking water. Part II, Limitations; J. Planar Chromatogr. 5 (1992) 246
- [10] Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittel mittels Automated-Multiple-Development (AMD)-Technik; DIN 38407, Teil 11, Dezember 1990
- [11] Z. Takáts, M. Vargha und K. Vékey: Investigation of atrazine metabolism in river sediment by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry; Rapid communications in mass spectrometry, 15 (2001) 1735
- [12] W. Mersie, C. McNamee und C.A. Seybold: Diffusion and Degradation of Atrazine in a Water/Sediment System; Environmental toxicology and chemistry, 19 (1999) 2008
- [13] R.N. Lerch, P.E. Blanchard und E.M. Thurman: Contribution of hydroxylated atrazine degradation products to the total atrazine load in Midwestern streams; Environmental Science and Technology, 32 (1998) 40-48
- [14] M. Berg, S.R. Müller, und M.M. Ulrich: Atrazine and its primary metabolites in Swiss lakes: Input characteristics and long-term behaviour in the water column; Analytical Chemistry, 67 (1997) 1860
- [15] M. Sengl: Grundwasserverunreinigung durch Hydroxytriazine – Hochdruckflüssigchromatographische Bestimmung nach Festphasenextraktion; Vom Wasser, 67 (2000) 51



AUFsätze

CLB jetzt abonnieren und doppelt profitieren!

Spaß am Lernen ungeachtet „trockenen Stoffs“ – diesem Anspruch wird das neueste Produkt aus dem Hause MediaNorm gerecht (siehe dazu auch die Anzeige auf der hinteren Umschlagseite). Das hallese Unternehmen hat gemeinsam mit Umwelanalytik-Experten eine interaktive Lehr- und Lernsoftware zu vier genormten Verfahren der Wasseranalytik entwickelt. Dabei handelt es sich um

- den CSB-Küvettest nach DIN ISO 15705,
- die TOC-/DOC-Bestimmung nach DIN EN 1484,
- die SAK-Bestimmung nach dem aktuellen Norm-Entwurf zur DIN 38404-3 und
- die Bestimmung des Sulfid-Index nach dem aktuellen Norm-Entwurf zur DIN 38409-29.

Mit dieser Software sind sowohl die innerbetriebliche Schulung des Laborpersonals als auch die Aus- und Weiterbildung von Studierenden und Auszubildenden auf dem Gebiet der chemischen Analytik möglich. Die verwendete Menüstruktur ist leicht verständlich konzipiert. Die Programme eignen sich zum Selbststudium und auch als mediale Grundlage für Lehrveranstaltungen.

Neue persönliche Abonnenten der CLB erhalten eine der o.g. CD-ROMs nach Wahl kostenlos. Sogar alle vier erhält man für ein neues Firmenabonnement (Staffelpreisliste Firmenabos CLB im Internet unter www.clb.de).

Alchemie und Chemie heute

Karl Heinz Koch

Über Jahrhunderte hinweg stand die Chemie in hohem Ansehen. Die Chemische Industrie wurde zu einer bedeutenden Branche der Weltwirtschaft. Vor einigen Jahrzehnten führten Umweltskandale und Risikodiskussionen maßgeblich zu einer Änderung im Bewusstsein der Menschen: In der öffentlichen Meinung wandelte sich die Chemie vom Tausendkünstler zum Prügelknaben. Die jüngsten Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft führten schließlich zu einem Umdenken und zu einer neuen Bewusstseinsbildung. In dieser CLB stellt sich chemisches Erleben in Vor- und Frühgeschichte der Menschen den heutigen Sehensweisen gegenüber.

Wandel im Bewusstsein der Menschen – gestern und heute

Bereits der Mensch der Vor- und Frühgeschichte erlangte durch aufmerksames Beobachten der Natur und einfaches, wiederholtes Probieren chemische Kenntnisse, die ihm häufig Überlebensvorteile in der Konfrontation mit seiner Umwelt brachten. So lernte er beispielsweise das Feuer zu nutzen, keramische Gefäße herzustellen, Felle zu gerben oder Metalle aus Erzen zu gewinnen. Der Mensch des Altertums beherrschte bereits eine beachtlich entwickelte chemische Verfahrenstechnik, wie beispielsweise das Erschmelzen von Glas, die Bereitung von Bier und Wein oder die Erzeugung von Metallen und Legierungen sowie ihre Verarbeitung zu Gebrauchsgegenständen des täglichen Bedarfs. Die Anwendung chemischer Substanzen und chemischen Wissens ganz anderer Zielrichtung war die Behandlung der Toten im alten Ägypten durch Einbalsamieren und Mumifizieren (etwa ab 2600 vor Christus), das von einer beachtlichen Stoffkenntnis zeugt. Der damit befasste Personenkreis genoss hohes Ansehen und führte als äußeres Zeichen ein eigenes Siegel. Seit

dem frühen Altertum sind aber auch Versuche festzustellen, aus den beobachteten Veränderungen der Materie Zusammenhänge abzuleiten und diese durch geeignete Theorien zu erklären. Dieses Streben nach tieferer Erkenntnis bestimmte die Epoche der Alchemie (gebräuchlich ist auch die Schreibweise „Alchimie“), die etwa im 1. Jahrhundert nach Christus begann und erst im 18. Jahrhundert von der „wissenschaftlichen“ Chemie abgelöst wurde.

Die Epoche der Alchemie, in der naturwissenschaftliche Beobachtungen und Erkenntnisse mit philosophischem Gedankengut verknüpft wurden und so ihre letzte Deutung erfahren sollten, basierte auf den philosophischen Lehren der griechischen Antike. Diese waren vor allem von den Anschauungen der Philosophen wie Demokrit (460 – 371 vor Christus), Platon (428 – 347 vor Christus) und Aristoteles (384 – 322 vor Christus) geprägt worden, die am Beginn der alchemistischen Ära bereits zum Allgemeingut geworden waren. Über die arabische Welt gelangten die Lehren nach Mitteleuropa, wo sie sich im Mittelalter zur Hochblüte entwickelten. Im Gegensatz zu den griechischen Philosophen der Antike arbeiteten die Alchemisten des Mittelalters experimentell (Abbildung 4), wobei die chemischen Arbeiten nicht als Selbstzweck, sondern als Weg zur Vervollkommnung der Materie („Stein der Weisen“) und zur eigenen seelischen Vervollkommnung betrachtet wurden. In ihrer Lehre fassten die ersten Alchemisten zu diesem Zweck wissenschaftliche, philosophische, metaphysische, mystische und religiöse Vorstellungen zusammen (Abbildung 5). Diese Verquickung von geistes- und naturwissenschaftlichen Ansätzen belegt, welche Faszination die naturwissenschaftlichen (chemischen) Erkenntnisse auf den (gelehrten) Menschen jener Tage ausgeübt und zu einem tiefgreifenden Wandel im Bewusstsein geführt haben muss. (Die Dilettanten und betrügerischen „Goldmacher“ sollen hier außer Betracht bleiben.)

Als großes Verdienst der Alchemisten kann gelten, dass sie ein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der Stoffkunde und der Laboratoriumstechnik hinterlassen haben. Insbesondere die Destillation entwickelten sie zu einer Kunst der Trenntechnik (Abbildung 6). Aber nicht nur die Alchemisten sondern auch die Handwerker wie zum Beispiel Gerber, Färber, Glasmacher, Parfümeure, Papiermacher oder Seifensieder sowie die Berg- und Hüttenleute, wobei zu den letzteren auch die Salpetersieder und die ke-



Der Autor

Professor Dr. Karl Heinz Koch, Honorarprofessor an der Technischen Universität Wien, ist nach jahrzehntelanger leitender Tätigkeit in der Stahlindustrie und der Mitarbeit in zahlreichen nationalen und internationalen Fachgremien derzeit Vorstandsmitglied der Gesellschaft zur Förderung der Spektrochemie und angewandten Spektroskopie e. V., Dortmund. Über 20 Jahre war K. H. Koch Mitherausgeber der CLB.

ramischen Berufe gehörten, trugen durch unablässiges Probieren und sorgfältiges Beobachten zu einer hochstehenden chemischen Technik jener Zeit bei (vgl. dazu G. Schwedt [4]). Letzteres dürfte ebenfalls zu einem Wandel im Bewusstsein der Menschen hinsichtlich der Bedeutung chemisch-technischer Prozesse für ihr tägliches Leben erheblich beigetragen haben.

Popularisierung der Chemie durch Justus von Liebig

Justus von Liebig, an dessen 200. Geburtstag im vergangenen Jahr in zahlreichen Gedenkveranstaltungen erinnert wurde und der als streitbarer Geist und scharfer Kritiker in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung galt, hat die Leistungen der Alchemisten aus der Sicht des 19. Jahrhunderts als fortschrittsfördernde Beiträge bewertet und sie in seinen Briefen mit anerkennenden Worten bedacht. Mit Liebig begann eine neue Ära in der allgemeinen Wahrnehmung der Chemie. Durch seinen unübertroffenen populärwissenschaftlichen Stil hat Liebig dazu beigetragen, dass die Chemie als Wissenschaft, wenn auch nicht immer widerspruchsfrei, in das Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit rückte. Außerdem leistete er mit seinen öffentlichen Experimentalvorlesungen einen wichtigen Beitrag zur Popularisierung der Chemie. So wurde sie wie in den Jahrzehnten zuvor von einer äußerst positiven Einschätzung getragen.

Mit seinem Wirken hat Liebig die Naturwissenschaften zum Gegenstand der allgemeinen Bildung gemacht, die fortan nicht nur dem Adel, sondern dem gesamten Bürgerstand zugänglich sein sollten. Gleichzeitig mit dieser Wandlung im akademischen Bereich verlief die rasante Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland insbesondere die der Pharmasparte mit einer stetig wachsenden Zahl an Firmengründungen, die ein übriges zur Wertschätzung der Chemie beitrug. In seinen späteren Jahren erkannten Liebig und seine Schüler auch die positiven Rückwirkungen der industriellen Entwicklung auf die Hochschulen, ein Gedanke, der heute aktueller denn je ist. In der Diskussion zwischen Hochschulen und Wirtschaft wird dieser Konzeption endlich eine hohe Priorität als Fortschrittsfaktor eingeräumt.

Die Chemie wurde noch vor wenigen Jahrzehnten als Motor der wirtschaftlichen (industriellen) Entwicklung anerkannt und vorbehaltlos als eine für Deutschland wichtige Exportbranche betrachtet, während sie in vergangenen Jahrhunderten – wie oben dargelegt – vor allem als erwünschter Lieferant nützlicher Produkte für den täglichen Bedarf und von gesundheitsfördernden Präparaten und Medikamenten wahrgenommen wurde. Damals bedurfte es keiner besonderen Aktivitäten, um die Chemie

faszinierend erscheinen zu lassen und als eine dem Fortschritt dienende Wissenschaft zu begreifen. So war es auch nach dem Zweiten Weltkrieg mit seinen verheerenden Folgen, als der wirtschaftliche Aufschwung in Deutschland eng mit dem Wiederaufbau der Chemischen Industrie und ihrem Wiedereinstieg in die Weltwirtschaft zusammenhing. Als eine Säule des „Wirtschaftswunders“ erlangte sie demzufolge und damit die Chemie schlechthin einen hohen Stellenwert in der öffentlichen Wahrnehmung.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Chemie über viele Jahrhunderte hinweg in den verschiedensten Ländern und unterschiedlichen Kulturkreisen in hohem Ansehen stand und im öffentlichen Empfinden (nahezu) uneingeschränkt positiv wahrgenommen wurde. Diese Haltung änderte sich in Deutschland grundlegend mit Ereignissen wie dem Störfall von Seveso (1976), bei dem zwar niemand getötet wurde, aber 193 Fälle von heilbarer Chlorakne und Kontaminationen des Bodens und der Umwelt festgestellt wurden, oder der Contergan-Katastrophe (in deren Folge zwischen 1958 bis 1962 etwa 10000 Kinder mit Missbildungen der Extremitäten geboren wurden), die die Frage nach der Verantwortung der chemischen beziehungsweise der pharmazeutischen Industrie für die Nebenwirkungen und Nachwirkungen ihrer Erzeugnisse und nach der Vorhersehbarkeit von gesundheitlichen Gefahren bei Produktionsprozessen eindringlich aufwarf. So geriet plötzlich die Chemie in das Kreuzfeuer der öffentlichen Meinung und wurde „vom Tausendkünstler zum Prügelknaben“, so der Titel eines Vortrages jener Tage des bekannten Journalisten Peter von Zahn [5]. Es begann eine Zeit, in der es nicht mehr mitteilenswert war, was eine Firma an bedarfsorientierten Produkten



Abbildung 4: Der Alchemist (Gemälde von David Teniers d. J.).



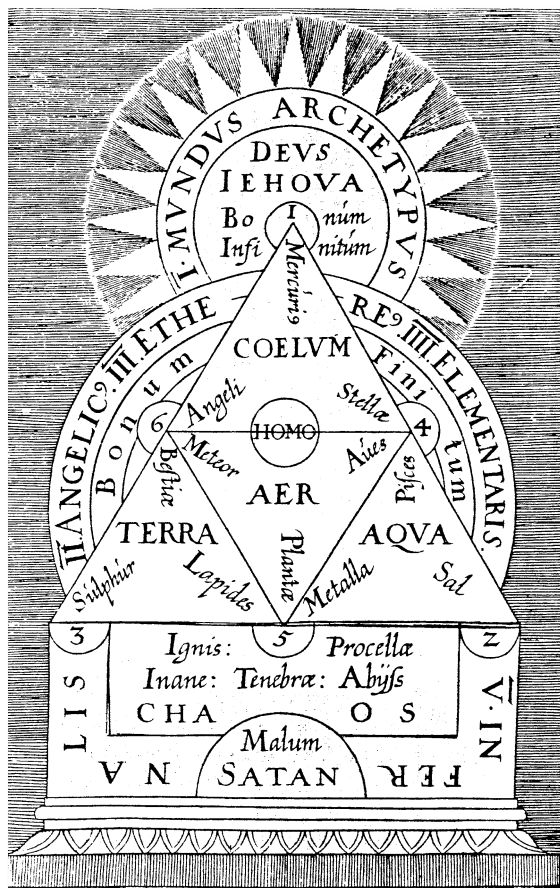
erzeugte, wie innovativ sie war oder wie viel sie für die Gesundheit ihrer Mitarbeiter aufgewendet hat, sondern wie sie sich der Rückstände aus der Produktion umweltschonend entledigte und welche Kontrollmechanismen sie eingeführt hatte. Die Chemie war zwischen die Fronten geraten. Es wurden Kontrollen der Produktion verlangt, die jedes Langzeit-Risiko ausschalten sollen, was zu unerfüllbaren Forderungen führen kann. Die Problematik, dass auch das beste Kontrollsystem ein Restrisiko nicht ausschließen kann, wurde nicht in aller Offenheit angesprochen, sondern vielmehr aus der öffentlichen Diskussion herausgehalten.

Das Bild der Chemie wurde ferner durch Geschehnisse stark beschädigt, die einen unverzeihlichen Mangel an Verantwortungsethik offenbarten. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an den belgischen „Dioxinskandal“ (1999): Gesundheitliche

Gefährdung der Verbraucher durch kontaminiertes Hühner-, Rind- und Schweinefleisch infolge der Verfütterung von billigen, somit hohen Gewinn versprechenden dioxinhaltigen Futtermitteln. Ein anderes Beispiel zeigt den inkompetenten und fahrlässigen Umgang mit chemischen Daten, die aufgrund falscher Berechnungen und Interpretationen vor wenigen Jahren zu unberechtigten Ängsten in der Bevölkerung führte: Es entstand ein wochenlanges von massiven Protestaktionen begleiteter Disput über die geplante Entsorgung einer ausgedienten Ölplattform wegen angeblich besorgniserregender Kontaminationen. Bei einer späteren fachlichen Überprüfung des Sachverhaltes infolge massiven Zweifels des betroffenen Unternehmens stellte sich heraus, dass „man“ (sprich die „Protestbewegung“) sich leider bei der Berechnung der Arsen- und Schwermetallbelastungen um mehrere Zehnerpotenzen geirrt und dadurch falsche Schlüsse gezogen habe. In diesem Fall wurde zwar niemand in seiner Gesundheit beeinträchtigt, trotzdem war als Folge ein deutlicher Imageverlust der Chemie zu beobachten.

Abbildung 5: Aus einer alchimistischen Schriftensammlung von 1618: Weltgebäude, das die chemisch-materielle und die übernatürlich-metaphysische Sphäre umfasst.

An der Basis des Weltenbaues befindet sich das Böse (Satan), über ihr erhebt sich die in Dreiecke aufgeteilte sichtbare Welt: Erde, Wasser, Luft und Himmel, in deren Mitte der Mensch steht; das Weltgebäude wird gekrönt von einem Kreis, in dem sich Gott als das unbegrenzt Gute befindet. (Der Aufbau dieses Weltgebäudes lässt sich auf die physikalischen Theorien der Antike zurückführen.)



Infolge dieser Entwicklungen in der öffentlichen Meinungsbildung und des Entstehens von Fehleinschätzungen in den letzten Jahren hinsichtlich der Chancen und Risiken verloren die Naturwissenschaften, besonders die Chemie stark an Ansehen. Bei der jüngeren Generation entstand dadurch und durch einen oft unzureichenden Schulunterricht in den Naturwissenschaften ein zunehmendes Desinteresse an dieser Disziplin, was in den (inzwischen) vergangenen Jahren zu einer drastisch gesunkenen Zahl an Studienanfängern im Fach Chemie führte. Die sich aufgrund dieser Situation abzeichnenden Nachteile für den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Deutschland haben letztlich ein Umdenken bewirkt und zu einer, hoffentlich nachhaltigen, Kurskorrektur geführt.

Der dadurch in jüngster Zeit sich abzeichnende Wandel im Bewusstsein der Menschen wird nach dem Wunsch aller an den eingangs erwähnten Aktivitäten Beteiligten eine neue Faszination der Chemie auslösen. Es sollte allerdings an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass in einer Zeit, als der Begriff Chemie oft negativ besetzt war, auch äußerst positive Entwicklungen zu beobachten waren. Dazu gehört sicher das seit vielen Jahren durchgeführte Programm der Stiftung „Jugend forscht“. Als besonderer Lichtblick ist zu vermelden, dass die Stiftung im Jahre 2003 mit 8153 Vorschlägen einen Anmelderekord verzeichnete. Damit stellten sich 7 Prozent mehr dem Wettbewerb als im Vorjahr 2002. Außerdem ist festzustellen, dass die bearbeiteten Themen von Jahr zu Jahr anspruchsvoller und vielfältiger geworden sind und sich zum großen Teil durch eine beachtliche Professionalität auszeichnen.

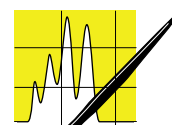
Zukunftsweisende „Werbung“ für die Chemie

Zur Erreichung des von allen gesellschaftsrelevanten Kräften als wichtig erkannten Zieles, den Naturwissenschaften wieder den ihnen gebührenden Platz in der öffentlichen Wahrnehmung einzuräumen, sind inzwischen vielversprechende Wege beschritten worden. Diese Aktivitäten einer zukunftsweisenden Werbung für die Naturwissenschaften, insbesondere für die Chemie, die frühzeitig in der Schule zu beginnen haben, müssen aber konsequent weitergeführt und noch intensiviert werden. Dazu gehören die Erhöhung der Attraktivität des Chemieunterrichtes beispielsweise durch eine fächerübergreifende Behandlung auch komplexer Naturphänomene oder die an allen Schulen obligatorische Durchführung von Schülerpraktika, die die heutigen Erfordernisse und aktuellen Probleme unserer Gesellschaft berücksichtigen, aber auch der durchgängige Chemieunterricht von der Mittel- bis zur Oberstufe. Nur so kann schon frühzeitig die von der Chemie ausgehende Faszination geweckt und durch eigene Erfahrungen und Erkenntnisse das infolge von Desinformation möglicherweise entstandene technikfeindliche und chemieverdrossene Bild korrigiert werden. Auf diese Weise sollte es zugleich gelingen, bei den Schülern frühzeitig Eindrücke davon zu vermitteln, wie die Naturwissenschaften und insbesondere die „moderne“ Chemie zur Lösung globaler, gesellschaftlicher und technischer Herausforderungen beiträgt. In diesem Zusammenhang ist beispielsweise der mehr als 12 Jahre bestehende Förderverein Chemie-Olympiade zu erwähnen, der sich als Partner zur Unterstützung des Chemieunterrichtes innerhalb und außerhalb der Schule unter anderem durch die Förderung der Teilnahme an und die Veranstaltung von Schülerwettbewerben (Abbildung 7) versteht und Impulse für einen modernen Chemieunterricht gibt [6].

Zu den bereits ergriffenen Maßnahmen, die die Begeisterung von Lehrern und Schülern für die Chemie geweckt haben und nachhaltig wecken werden, zählen auch die Schaffung von Fortbildungszentren für Chemielehrer, die bisher existierende Aktivitäten der Länder, Universitäten und Chemieorganisationen bündeln beziehungsweise bündeln werden, wie auch die Einrichtung von Experimentierplätzen in Form von „Mitmachlabors“ [7] oder öffentliche Experimentalvorlesungen wie zum Beispiel die „Magic Show“ von Prof. Dr. Dr.h.c. R. van Eldik, dem Lehrstuhlinhaber für Anorganische und Analytische Chemie an der Universität Erlangen, die auf eine über 30-jährige Tradition zurückblicken kann. Mit den vorgenannten Aktionen zur Durchführung von Schülerpraktika sollen bei den Schülern aller Stufen durch eigenes Experimentieren das Interesse vertieft (Abbildung 7) und die durch einen Mangel an naturwissenschaftlichem Unterricht eventuell bestehenden Defizite ausgeglichen werden. Der große Bedarf und die steigende Nachfrage nach derartigen Veranstaltungen sind der beste Beweis dafür, dass hier in den letzten Jahren zielführende Wege beschritten worden sind, um die Faszination der Chemie neu zu beleben.

Fazit

Nach Jahrhunderten der eindrucksvollen Erfolge der Chemie sowie ihrer Nutzenanwendung auf vielen Gebieten des täglichen Lebens, in denen also Naturwissenschaften und Technik als Garanten des Wohlstandes betrachtet wurden, und dem nahezu unangefochtenen hohen Ansehen für die Chemie als Wissenschaft und als technische Disziplin, folgte in jüngerer Zeit eine Phase der kritischen, nicht immer vorurteilsfreien und teils ideologischen verzerrten Auseinandersetzung. Der dadurch entstandene Verlust an Ansehen und Wertschätzung sowie



AUFSÄTZE

Abbildung 6: Alchemistische Destillierapparate (aus: C. Gebner, „Von allerhand kunstlichen und bewerten Oelen, Wasseren und heimlichen Artzneyen“, Antiqua Verlag, 1979; s. CLB 47 (1996), Seite 321).

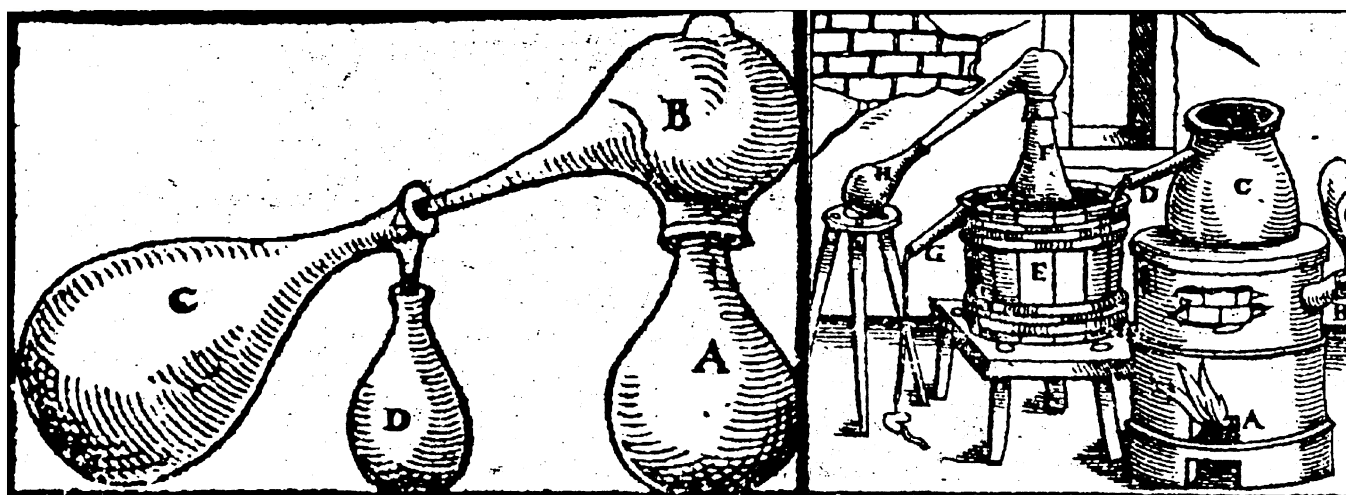




Abbildung 7: Schüler beim Experimentieren zur 4. Runde der Internationalen Chemie-Olympiade 2003 im Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

die Verknennung der Bedeutung der Chemie für die Volkswirtschaft und das Wohlergehen eines jeden Einzelnen führte bei der jüngeren Generation zu einem Desinteresse an diesem naturwissenschaftlichen Fach, was sich in einer über mehrere Jahre hinweg gesunkenen Zahl an Studienanfängern äußerte. Maßnahmen und Aktionen der oben beschriebenen Art führten schließlich im Laufe der letzten Jahre zu einem Bewusstseinswandel und damit zu einer neuen, objektiveren Betrachtungsweise der Chemie. Da die Naturwissenschaften heute und auch zukünftig die Grundlage des Fortschritts bilden, muss es im Interesse aller gesellschaftlichen Kräfte liegen, diesen den ihnen gebührenden Stellenwert einzuräumen. Dieses Ziel einer naturwissenschaftlich-informierten Gesellschaft kann natürlich nur durch eine breitere naturwissenschaftliche Bildung als unabdingbarer Bestandteil der Allgemeinbildung erreicht werden. Zum anderen könnte der Einsatz von Kommunikationsbeauftragten im Bereich der Hochschulen und

Forschungseinrichtungen zur Verbesserung des Image der Chemie und zur nachhaltigen Erhöhung der Zahl an Studienanfängern im Fach Chemie sicher von Nutzen sein.

Eine wichtige Lehre muss allerdings aus den zahllosen Missverständnissen, Fehleinschätzungen und unnötigen Diskussionen der Vergangenheit gezogen werden: Der Öffentlichkeitsarbeit muss von Seiten der Wissenschaft und der Industrie als Nutzender von Forschungsergebnissen zukünftig zur Erreichung einer vorurteilsfreien Akzeptanz ihres Wirkens eine wesentlich höhere Priorität als in der Vergangenheit eingeräumt werden. Hier kommt es darauf an, wissenschaftliche Erkenntnisse so darzustellen, dass ihr Zusammenhang mit der Erlebniswelt des Einzelnen erkennbar und der humane Bezug ersichtlich wird. Es gilt, die Wissenschaft so aufzubereiten, dass sie nicht nur vom Verstand, sondern auch vom Gefühl her erfasst werden kann.

Danksagung

Die Abbildung 7 stellte dankenswerter Weise Dr. Wolfgang Bündler, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (Didaktik der Chemie) zur Verfügung.

Literatur

- [1] W. Greiling: „Chemie erobert die Welt“, Econ Verlag GmbH, Düsseldorf, 1958.
- [2] O.P. Krätz: CLB Chem. Lab. Betr. 32 (1981), H. 6, 251.
- [3] P. Schramm: „Die Quacksalber – Heilkünstler und Scharlatane“, Edition Rarissima (Dr. Werner und Petra Schramm), Taunusstein, 1985.
- [4] G. Schwedt: CLB Chem. Lab. Biotechn. 50 (1999), H. 12, 468 u. 51 (2000), H. 1, 26.
- [5] P. von Zahn: „Vom Tausendkünstler zum Prügelknaben – Chemie im Kreuzfeuer der öffentlichen Meinung“, Hrsg. Fa. E. Merck, Abt. Öffentlichkeitsarbeit, Darmstadt; vorgelesen am 14. Dezember 1978 in Darmstadt.
- [6] W. Bündler, R. Demuth, U. Ringelband: Nachr. Chem. 52 (2004), Nr. 2, 198.
- [7] H. Jenett, K. Kohse-Höinghaus: Nachr. Chem. 51 (2003), Nr. 2, 144.

Große Anzeigen zu teuer?

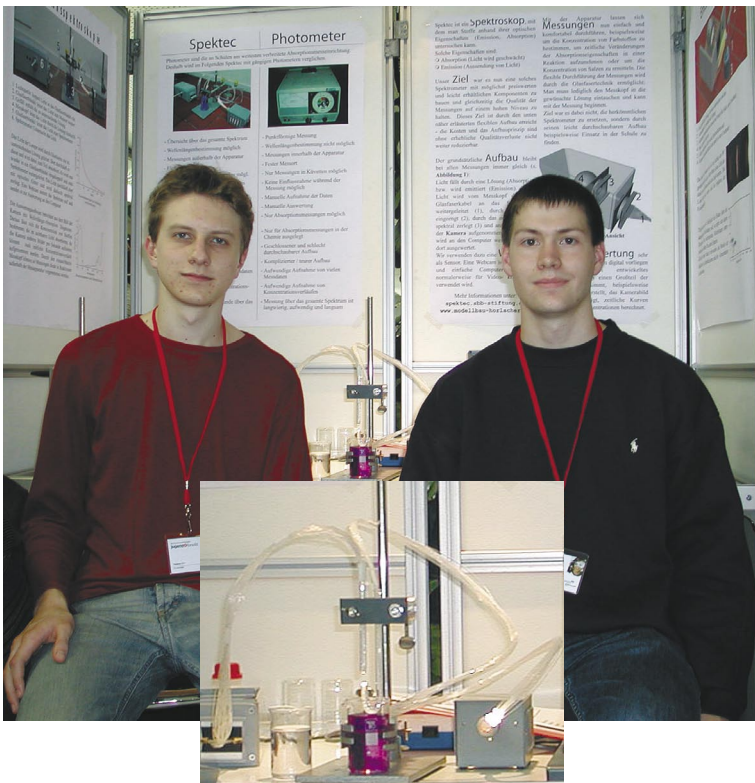
Einträge im Bezugsquellenverzeichnis kosten
nur 4,50 Euro pro Zeile,
ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

Anfragen bitte an anzeigen@clb.de

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,
Chemietechnik, Biologie und Biotechnik
Mai 2004

Finale des Bundeswettbewerbs „Jugend forscht“ in Saarbrücken
Motto: „Auf einmal ist alles relativ“

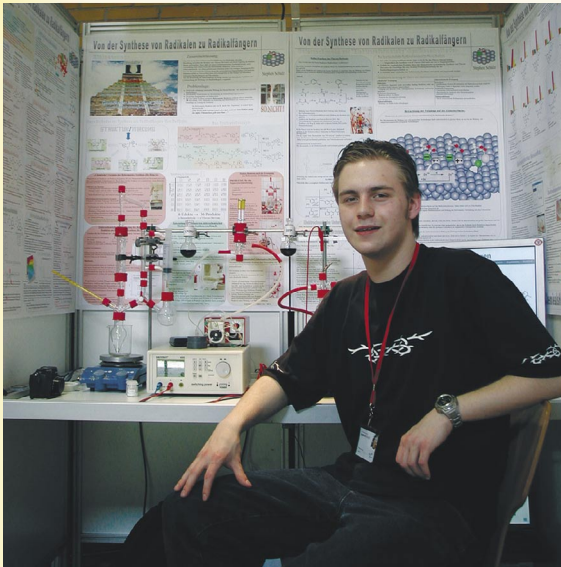


Links: Ein **preiswertes Spektrometer** für Schulversuche entwickelten Frederik Schaal (19) und Torben Ott (18) vom Kepler-Seminar für Naturwissenschaften in Stuttgart und gewannen damit den ersten Preis im Bereich Chemie. Ihr Spektrometer besteht aus einer Strahlungsquelle (rechts), aus der sie das Licht über Glasfasern durch die zu analysierende Substanz leiten. Wiederum Glasfasern fangen das Licht auf und leiten es zum optischen Gitter und einer Webcam. Die dort gesammelten Daten können die beiden anschließend am Computer auswerten. Die Jury hat die einfache und gut durchdachte Apparatur und das fundierte Fachwissen der beiden Jungforscher beeindruckt. Mit einfachen Hilfsmitteln gelang es ihnen beispielsweise Metalle in kleinen Mengen nachzuweisen. Die beiden werden in einer späteren Ausgabe der CLB über ihr Spektrometer berichten.

Rechts: Der strahlende Sieger im Bereich Biologie trat auch im Fach Chemie an: Nikon Rasumov (20) vom Christian-von-Mannlich-Gymnasium in Homburg zeigt hier seine Polymermischung, die nanoskaliges elementares Silber enthält. Daraus will er **bakterizid wirkende Kunststoffe** herstellen. Für eine Platzierung reichte das aber nicht. Für den ersten Preis in Biologie und eine Einladung des Gouverneurs von West Virginia zu einem Forschungscamp testete er das **Kurzzeitgedächtnis seiner Mitschüler** beim Lernen von Vokabeln. Alle Probanden sollten möglichst gleiche Voraussetzungen haben. Sie durften die

Vokabeln vorher nicht kennen. So konstruierte der junge Forscher eine Sprache aus Fantasiewörtern und legte ein optimales Zeitminimum für den Lernvorgang fest. Einzige erlaubte Merkhilfe: Das Vor-sich-Hinsprechen der Wörter. Mit Hilfe dieses ausgeklügelten Tests und der funktionellen Magnetresonanztomographie konnte Nikon Rasumov Zusammenhänge zwischen der Aktivierung bestimmter Hirnregionen und ihrer Gedächtnisfähigkeit aufdecken. Außerdem bestätigte er die alte Binsenweisheit, dass sich unbekannte Wörter leichter durch Aussprechen lernen lassen.





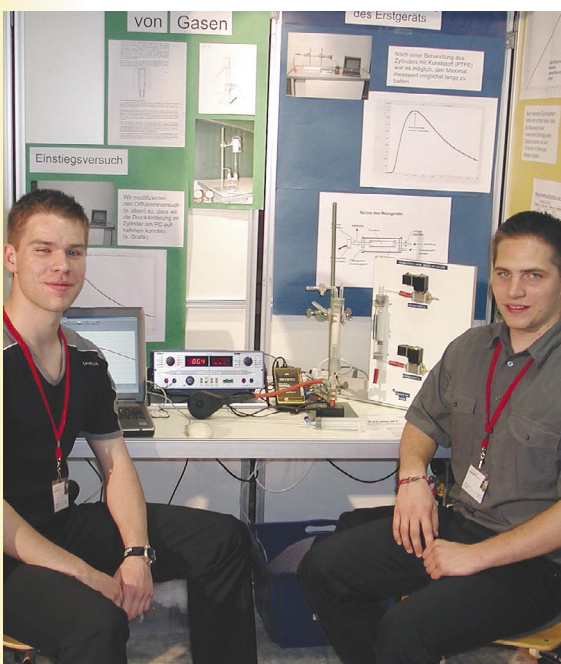
Links: Den zweiten Platz im Bereich Chemie erhielt ein „alter“ Bekannter: Ging es ihm im letzten Jahr noch um Anthocyane (siehe CLB 08/2003, S. 296 ff.), so synthetisierte und analysierte Stephen Schulz (18) von der Gesamtschule Buer-Mitte in Gelsenkirchen in diesem Jahr **Flavone als Radikalfänger**. Flavone sind natürliche Farbstoffe, die beispielsweise in der Lebensmittelindustrie eine große Rolle spielen. Stephen Schulz interessierte allerdings eine andere Eigenschaft der Moleküle: Sie „neutralisieren“ besonders aggressive Molekülbruchstücke – Radikale – die Körperzellen angreifen. Können Flavone als Radikalfänger also gezielt

pharmakologisch genutzt werden? Um diese Frage zu klären, entwickelte der Jungforscher zunächst ein elektrochemisches und effizientes Syntheseverfahren, das 36 unterschiedliche Flavonabkömmlinge liefert. Zudem erarbeitete er mehrere Methoden, mit denen er analysierte, wie sich die geringen chemischen Unterschiede in den einzelnen Molekülvarianten auf die Eigenschaften als Radikalfänger auswirken. Solche Vergleiche, so hofft Stephen Schulz, führen am Schluss zu einem Super-Flavon, das besser als alle anderen gefährliche Radikale entschärfen kann. Er wird seinen Bericht in einer künftigen Ausgabe der CLB veröffentlichen.



Links: Aaron Bothe (19), Florian Tripel (19) und Masud Sultan (18) von der Dreieichschule in Langen erhielten den dritten Platz im Bereich Chemie für die **Isolierung von Fumarase aus Hefe und Bildung von Äpfelsäure aus Fumarsäure**. Äpfelsäure schützt gegen Schimmelbefall, wird als Säuerungsmittel für Backwaren und Getränke genutzt und ist in Kosmetika enthalten. Inspiriert vom Vorbild der Natur entwickelten die drei Junforscher eine biotechnologische Synthese basierend auf einem Enzym, das sie aus Bäckerhefe isolier-

ten. Dafür erhielten sie zusätzlich den Preis der Bundesministerin für Bildung und Forschung Edelgard Bulmahn für eine Arbeit aus dem Bereich Umwelt.



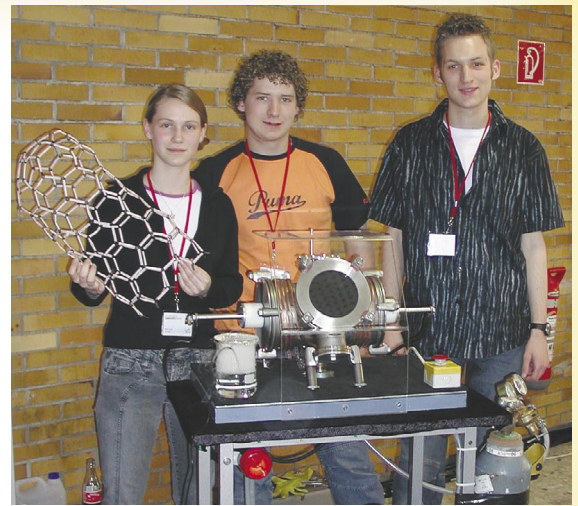
Links: Für ihre Messeinrichtung zur **Bestimmung der Wasserstoffkonzentration** erhielten Thorsten Woog (18) und Tobias Berger (18) vom Kreisgymnasium Riedlingen den vierten Platz im Bereich Chemie. Sie nutzten die hohe Beweglichkeit der winzigen Wasserstoffmoleküle: Diese diffundieren durch die Wand einer Tonröhre und verdrängen dabei die Luft aus den Poren des Tons. Je mehr Wasserstoff das Gemisch enthält, umso größer wird der Überdruck, den die Jungforscher über ein digitales Manometer erfassen und mit einem Laptop auswerten. In Messreihen mit unterschiedlichen Wasserstoff-Luft-Gemischen stellten sie fest, dass die Ergebnisse umso zuverlässiger waren, je kleiner die Reaktionskammer um die Tonröhre ist und je winziger die Poren sind.

Unten: Den fünften Platz erhielt Peter Pinski (14) vom Max-Planck-Gymnasium in Trier als einer der jüngsten Teilnehmer. **Warum löst sich Zucker in Wasser, aber nicht in Alkohol?** Die Erklärung des Jungforschers: Die Moleküle des Ethanol liegen in stabilen Ketten vor, die beim Lösen von Saccharose in einen Zustand überführt würden, der energetisch ungünstiger ist als vorher – die Entropie würde sinken. Um diese Erklärung zu überprüfen, hat der 14-Jährige ein Computerprogramm geschrieben, das das Verhalten von Zucker in Wasser und Ethanol simuliert und die Entropie numerisch berechnet.



Rechts: Auch einige der Sonderpreise gingen in den Bereich Chemie. So erhielten Meike Spiess (17), Benedikt Lorbach (19) und Moritz Plötzing (18) vom St. Michael-Gymnasium in Bad Münstereifel den Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die beste interdisziplinäre Arbeit. Die drei Forscher wollten **Nanotubes** mit einfachen Geräten und Materialien, wie es sie an jeder Schule gibt, herstellen. Dabei entschied sich das Trio für die Lichtbogenmethode, bei der unter Luftausschluss fester Kohlenstoff verdampft wird und sich dessen Atome zu neuen Gebilden zusammenla-

gern. Die Jungforscher experimentierten mit Bleistiftminen, Zeichenkohle, mit Grafitstäben und Aktivkohle als Kohlenstoffquelle; außerdem mit verschiedenen Katalysatoren und Schutzgasen. Sie mussten feststellen, dass die Produktion der kleinen Röhrchen große Probleme aufwirft. Dennoch gelang es ihnen, „Spinnweben“ aus Kohlenstoff zu erzeugen – ein Gewebe, das auch in der Literatur beschrieben ist. Der nächste Schritt: Die Entwicklung einer Apparatur, die die Röhrchen indirekt über deren elektrische Leitfähigkeit nachweist. Auch dies ist ihnen gelungen.



Rechts: Den Preis des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Jürgen Trittin für eine Arbeit aus dem Bereich Erneuerbare Energien und eine Einladung zur internationalen Konferenz „renewables 2004“ erhielten Stephan und Karsten Lorenz (18 und 19 Jahre alt) vom Käthe-Kollwitz-Gymnasium in Wilhelmshaven. Sie begeistern sich für die Solarenergie, kennen aber auch die Probleme, die herkömmliche Siliciumzellen heute noch haben: Sie sind zu teuer und ihr Wirkungsgrad ist zu gering. Die beiden Brüder experimentierten daher mit selbst hergestellten

Grätzel-Zellen, die die Fotosynthese der Pflanzen imitieren. Diese **alternativen Solarzellen** nutzen als Halbleiter statt Silicium das preiswerte Weißpigment Titandioxid. Für den Elektronenfluss sorgt ein organischer Farbstoff in Verbindung mit einer leitfähigen Flüssigkeit. In Testreihen mit sieben verschiedenen Farbstoffen und drei Elektrolyten fanden die Jungforscher heraus, dass die Kombination von Kristallviolett und einem eisenhaltigen Elektrolyt am meisten Licht absorbiert und die größte und zugleich stabilste Stromstärke liefert.



Rechts: Einen Preis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für eine Arbeit aus dem Bereich der Umwelttechnologie und den Preis des Fonds der Chemischen Industrie für eine Arbeit mit großer Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung in der Chemie erhielten Daniel Lorenz (19), Kathrin Schedler (19) und Lisa Börner (19) vom Goethe-Gymnasium in Rostock. Sie suchten ein Substrat für das **Enzym Transglutaminase**, das man zur Behandlung von Fleisch einsetzt und fanden, dass dieses Enzym die Färbbeeigenschaften von Wolle verbessert. Wolle zu färben ist eine heikle Angelegenheit. Säuren, Laugen und hohe Temperaturen zerstören leicht die Fasern und verfilzen das Material. Den drei Jungforschern

gelang es, das Färben von Wolle zu vereinfachen: mit Hilfe des Enzyms Transglutaminase, das in der industriellen Fleischverarbeitung Anwendung findet. In Testreihen erforschte das Trio die Wirkungsweise von Transglutaminase auf Wolle und untersuchte unter dem Elektronenmikroskop, wie sich die Struktur der Faser verändert. Ergebnis: Das Wurstenzym schont die Fasern und sorgt für eine gleichmäßige und waschechte Färbung. Zusätzlich erhält man eine Hydrophobierung des Färbegutes. Zudem ist der Prozess im Vergleich mit herkömmlichen Färbenzymen preiswerter und umweltfreundlicher, da das Färben bereits bei Zimmertemperatur funktioniert und Chemikalien eingespart werden können.





Links: Den Preis der Akademie der Geowissenschaften zu Hannover e.V. für eine Arbeit aus dem Themenbereich „Wasser – Rohstoff des Lebens“ und eine Einladung zum „International Stockholm Junior Water Price 2004“ erhielten Stefan Bartlewski (20) und Jan Grohnfeldt (18) vom Schulzentrum SEK II Utbremen in Bremen. Die beiden Jungforscher wollten herausfinden, wie sich Chloride, Sulfate und Calcium in Getränken schnell und einfach bestimmen lassen. Bartlewski hat eine Methode entwickelt, eine **einfache Titration**, für die er nur Messkolben, Pipetten und ein Leitfähigkeitsmessgerät benötigt. Dabei gibt er in eine Probelösung zweimal einen Überschuss an Titrationsmittel. Der gesuchte Stoff fällt aus und die Leitfähigkeit der Mischung verändert sich (Fällungstritration mit

Leitfähigkeitsdetektion, siehe CLB 08/2003, S. M57 ff. Moderne Ionenanalytik (Teil 6): Maßanalyse). Das Ergebnis errechnet sich dann aus lediglich drei Werten: der Leitfähigkeit der Ursprungslösung und den beiden Werten nach der Fällung. Messreihen mit handelsüblichem Mineralwasser zeigten, dass die Ergebnisse dieser einfachen Methode den Inhaltsangaben auf dem Etikett sehr nahe kamen. Diese Analyse ist nicht nur genau, sondern funktioniert auch in stark zuckerhaltigen Getränken wie Coca Cola oder Apfelschorle. Außerdem lässt sie sich leicht automatisieren. Bartlewskis Mitschüler Grohnfeldt entwickelte eine SPS-Steuerung, die die Leitfähigkeit der Lösung kontinuierlich erfasst, automatisch das Fällungsmittel zugibt und über ein Auswerteprogramm das Ergebnis ermittelt.

„Alles ist Chemie“ hieß es im vergangenen „Jahr der Chemie“. Und der Satz ist weiter gültig. So zeigten Christian Nitschke (19), Josephine Bartolomaeus (19) und Karl Sponholz (18) von der Jugenddorf Christophorusschule in Rostock im Bereich Arbeitswelt wie **Wissensmanagement mit Chemie** funktioniert. Wie holt man am schnellsten und effektivsten versäumten Schulstoff nach? Das fragen sich viele Schüler, die zum Beispiel wegen Krankheit den Unterricht verpasst haben, und greifen zuerst zum Lehrbuch. Doch nach kurzer Zeit stellen sie fest, dass sie viel Zeit investieren müssen, um den Stoff in seinem ganzen Ausmaß zu erfassen. Auch die Notizen der Mitschüler helfen meist nicht weiter. Die drei Jungforscher haben nun ein Lernprogramm für den Chemieunterricht entwickelt. Neben der Theorie bietet das Programm anschauliche Beispiele sowie ein virtuelles Periodensystem. Highlight ist eine spannende Chemieshow am Ende einer jeden Lektion.

Ebenfalls im Bereich Arbeitswelt zeigten Jörg Müller (21) und Christoph Kohlmann (17) von Wir forschen e. V. in Sömmerda ihren **Eingriff in die virtuelle Welt**. Computerspiele beherrschen die Freizeitgestaltung mehr denn je. Um noch aktiver an den Spielen teilnehmen und nicht mehr nur mit der Tastatur oder dem Joystick den Spielverlauf beeinflussen zu können, haben die beiden Jungforscher einen Datenhandschuh entwickelt. Mit ihm soll die virtuelle Welt noch greifbarer gemacht werden und er soll zum Beispiel auch in einem Chemielabor zu Einsatz kommen. Der Datenhandschuh besteht aus einem flexiblen System aus Ringen und Seilzügen. Das Besondere ist, dass nicht nur Daten vom Anwender erfasst und auf die mechanische Hand übertragen werden, sondern auch Daten vom mechanischen Abbild zum Anwender zurückfließen. So kann man spüren, wann man beispielsweise ein Becherglas fest in der Hand hält und läuft nicht Gefahr, es zu zerdrücken.





Oben: Im Bereich Chemie waren nur wenige reine Frauen teams vertreten und diese können im Bundeswettbewerb leider keine Preise für sich verbuchen. Trotzdem sind alle auf diesen Seiten vorgestellten Jungforscher Sieger, zumindest in ihrem Bundesland. Karin Krumbholz (17) und Julia Franz (18) aus Bayern empfehlen: **Tee trinken statt Pillen schlucken**. Sie testeten Grünen Tee und modifizierten eine gebräuchliche Methode zur quantitativen Bestimmung von Antioxidantien. Oxidativen Stress simulierten sie, indem sie dem Tee ein starkes Zellgift, Wasserstoffperoxid, zusetzten. Gemessen wurde der Wasserstoffper-



oxid-Rest in verschiedenen Teeaufgüssen. Zusätzlich entwickelten die Forscherinnen einen Schnelltest zum Aufspüren von Antioxidantien für zu Hause. Stefanie Kühn (19) und Ulrike Bartel (19) aus Brandenburg entwickelten **Verpackungsfolien aus nachwachsenden Rohstoffen**. Ihr aus Stärke gewonnenes Verpackungsmaterial kann sowohl für trockene als auch nach Zusatz von Bienenwachs für feuchte Produkte verwendet werden. Die Möglichkeit, die Folien etwa durch Rotkohlsaft bunt einzufärben, verleiht ihnen zugleich ein fröhlich-buntes Aussehen.



Juliane Simmchen (18) und Corina Protze (18) aus Sachsen untersuchten das **Wechselspiel von Nanopartikeln mit Wasser**, das eine entscheidende Bedeutung für Oberflächen, die sich selbst reinigen, hat. Sie experimentierten mit geladenen und in Lösung fein verteilten Polymerteilchen. Ob Anziehung oder Abstoßung überwiegen, bestimmten die beiden durch Neutralisation der Kräfte mit unterschiedlichen Tensiden. In Messreihen mit einem Partikelladungsdetektor fanden sie heraus, dass ein niedrigerer Verbrauch an Tensidlösung auf Wasser abstoßende Nanopartikel hinweist.

Den zweiten Preis in der Kategorie Biologie und den Preis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für eine Arbeit aus dem Bereich der Umwelttechnologie erhielten Julia Oberland (20), Nadja Berger (20) und Stefan Heise (19) vom SBBS für Gesundheit und Soziales in Jena mit dem **Pilz Fusarium solani**. Es gelang ihnen, den Pilz molekularbiologisch zu identifizieren und seine physiologischen Eigenschaften zu erforschen. Fazit: Dieser Pilz kann auf unterschiedlichen Nährböden wachsen und vermag nicht nur Schadstoffe abzubauen, sondern begünstigt auch das Wachstum von bestimmten Pflanzen und Saatgut. Der kleine Pilz könnte mit seinem Appetit zur Schadstoffbeseitigung beziehungsweise -verringerung in Deponie- und Kläranlagen beitragen. Wie Pilze auch Enzymmischungen herstellen können, die dann die Methan-Produktion in Biogasanlagen ankurbeln, berichten wir in der nächsten CLB.



Links: Platinsalz ist ein Stressfaktor für die **Grünalge Chlorella**, zeigte Jakob Bierwagen (19) von der Karl-Rehbein-Schule in Hanau und erhielt dafür den dritten Preis im Bereich Biologie und den Preis des Fonds der Chemischen Industrie für eine Arbeit aus dem Bereich der Biotechnologie. Dabei hatte er sein Projekt ursprünglich für das Fach Chemie angemeldet. Aber die Juroren sahen das anders und stuften ihn als Biologen ein. Allein in Deutschland entweichen jährlich rund 250 Kilogramm Platin aus Autokatalysatoren. Am Straßenrand finden sich manchmal Konzentrationen wie in Platinbergwerken in Afrika. Mit der Grünalge Chlorella untersuchte der Jungforscher die toxische Wirkung. Dabei beobachtete er, dass die Algen in Gegenwart von Platinsalzen – nicht aber von elementarem Platin – ihre grüne Farbe verlieren und eine deutlich kürzere Lebensdauer haben als in Platinsalz-freier Umgebung. (Fotos: Bulmahn).

Ultradünne Wasserschichten und instabile Wasserringe

Neue Erkenntnisse über Wasser im Röntgenstrahl

Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart haben beobachtet, dass Eis an der Grenzfläche zu Siliciumdioxid schon bei minus 17 Grad Celsius zu schmelzen beginnt. Bei der genauen Analyse der nur wenige Nanometer dünnen Schicht aus Wasser stellten die Forscher fest, dass dieses Wasser 20 Prozent kompakter ist als normales Wasser. Andere Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung an flüssigem Wasser deuten darauf hin, dass es eine ring- oder kettenförmige Struktur besitzt.

Trotz seiner einfachen chemischen Formel ist die Struktur von Wasser nach wie vor nicht vollständig aufgeklärt. Auch weist Wasser eine Reihe „nicht-normaler“ beziehungsweise schwer erklärbarer Eigenschaften auf. So hat es beispielsweise seine höchste Dichte bei vier Grad Celsius. Man geht deshalb heute davon aus, dass es zwei Formen von Wasser gibt – hochdichtes und niedrigdichtes Wasser. In normalem Wasser ordnen sich die Moleküle ständig um und bilden dabei jeweils kleine Bereiche dieser beiden Wasserformen.

Abbildung 2: Illustration der Grenzfläche zwischen Eis und Siliciumdioxid auf atomarer Ebene. Schon bei minus einem Grad Celsius ist eine dünne Schicht von kristallinem Eis im Kontakt mit Siliciumdioxid geschmolzen.

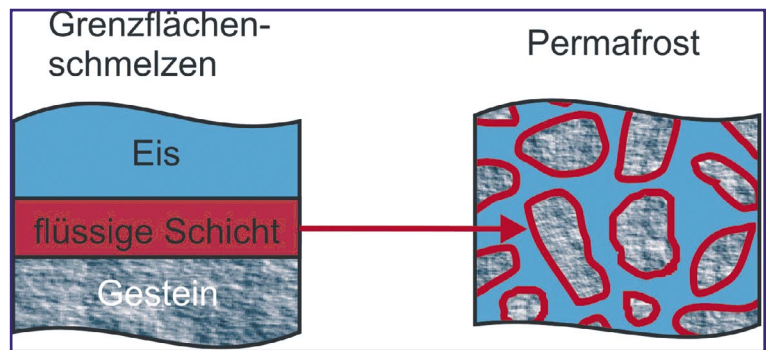
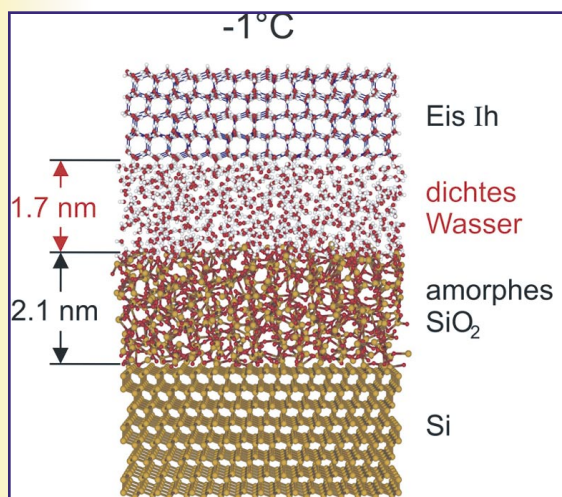


Abbildung 1: links: Schmelzen von Eis an einer Grenzfläche.. rechts: In der Natur kann dieses Phänomen zum Beispiel in Permafrostböden eine Rolle spielen (Bilder auf dieser Seite: Max-Planck-Institut für Metallforschung).

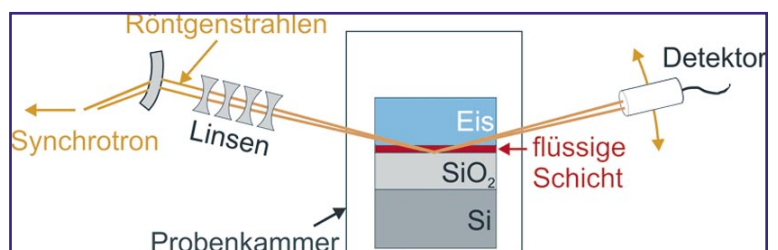
Um Experimente mit Eis vorzubereiten und durchführen zu können, arbeiten Wissenschaftler in einem begehbaren Kühlraum bei minus 20 Grad Celsius. Sie verwenden perfekte, an der ETH Zürich aus hochreinem Wasser gezüchtete Eis-Einkristalle und präparieren Grenzflächen zwischen Eis und Siliciumdioxid. Siliciumdioxid ist ein Hauptbestandteil der Erdkruste und dient als Modell für Eis-Mineral-Grenzflächen in der Natur.

Die eigentlichen Mess-Experimente wurden an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble durchgeführt. Für die Untersuchung der Grenzflächen haben die Wissenschaftler eigens eine neue Röntgenbeugungsmethode entwickelt. Sie basiert auf den besonderen Eigenschaften von hochenergetischen Röntgenstrahlen, wie sie nur von

Synchrotronstrahlungsquellen produziert werden. Dabei kommen auch neuartige Brechungsinsen zum Einsatz, mit denen sich die Röntgenstrahlen auf wenige Mikrometer bündeln lassen.

Die experimentelle Beobachtung von hochdichtem Wasser an der Grenzfläche zwischen Eis und Siliciumdioxid belegt nun, dass es tatsächlich – unter speziellen Bedingungen – hochdichtes Wasser gibt. Wegen der erhöhten Dichte hat das Wasser auch eine andere Struktur. Aufgrund der anderen Struktur könnten sich auch alle anderen Eigenschaften des hochdichten von normalem Wasser unterscheiden. So würde zum Beispiel eine niedrigere Viskosität – wegen der geringeren Reibung – die Gletscherbewegung fördern. Bei den chemischen Eigenschaften geht es unter anderem um die

Abbildung 3: Schematische Darstellung des experimentellen Aufbaus. Hochenergetische Röntgenstrahlen von einer Synchrotronstrahlungsquelle werden mittels Brechungsinsen auf eine Probe fokussiert. Die an der Grenzfläche reflektierten Röntgenstrahlen werden winkelabhängig detektiert und liefern Informationen über die Struktur der Grenzfläche. Eine speziell entwickelte Probenkammer erlaubt eine präzise Temperaturregelung.



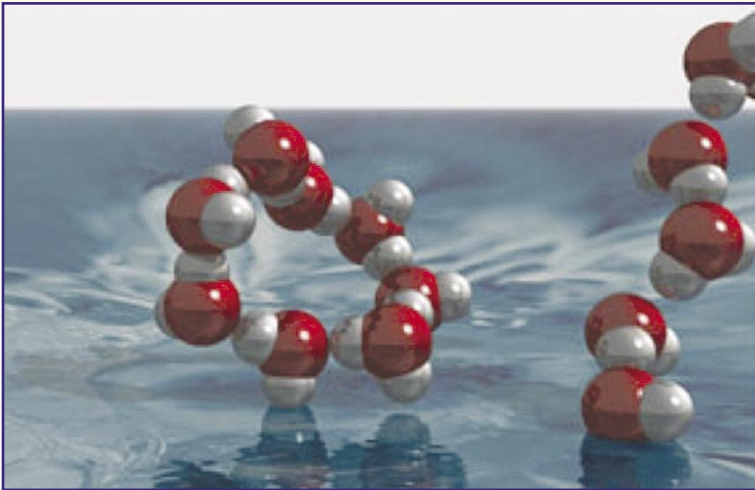


Abbildung 4: Struktur der ersten Koordinierungsschale von flüssigem Wasser (Grafik: H. Ogasawara).

Löslichkeit von Verunreinigungen wie zum Beispiel Salze. Ist die Löslichkeit für solche Stoffe hoch, könnten sich diese in der flüssigen Dünnschicht anreichern und den Schmelzprozess noch verstärken. Auch stellt sich die Frage, bei welchen Materialien das Grenzflächenschmelzen von Eis überhaupt auftritt.

Ist Wasser wie Benzol?

In Eis ist jedes Molekül mit vier Nachbarn über Wasserstoffbrücken verbunden. Da Sauerstoff zwei Wasserstoffbrücken bilden kann, Wasserstoff eine, hat jedes Wassermolekül vier Nachbarn in einer Kristallstruktur. Schmilzt Eis, brechen Wasserstoffbrücken aufgrund der thermischen Bewegung der Moleküle. Zwar halten Wasserstoffbrücken auch im Wasser kurzfristig Moleküle zusammen, jedoch entstehen und brechen sie mit unglaublicher Dynamik: Jede Bindung existiert nur eine Pikosekunde und die Kristallstruktur verschwindet.

Bisher ging man davon aus, dass ein Wassermolekül jederzeit im Schnitt 3,5 Wasserstoffbrücken bildet. Diese Zahl beruhte auf

theoretischen Annahmen: Modellrechnungen liefern die bekannten Eigenschaften von Wasser (zum Beispiel die ungewöhnlich große Wärmemenge zum Aufheizen), wenn eine durchschnittliche Bindungszahl von etwa 3,5 angenommen wird. Mit der Röntgenabsorptions-Spektroskopie kann man nun die „lokale Struktur“ von Wasser untersuchen. Man beobachtet auch hier bis zu vier Bindungen. Aber nur zwei sind Wasserstoffbrücken, die anderen sind wesentlich schwächer. Man sieht auch, dass eine der beiden Wasserstoffbrücken an einem Wasserstoff-, die andere an einem Sauerstoffatom lokalisiert ist. Das ließe sich dadurch erklären, dass die Moleküle Ringe oder Ketten bilden.

Zu Strukturuntersuchungen an Wasser benötigt man Röntgenlicht, das den Spektralbereich um 540 Elektronenvolt abdeckt. Weil dieses Röntgenlicht von Luft absorbiert wird, muss der Strahl in einem evakuierten Rohr zum Experiment geleitet werden. Dabei absorbiert das Fenster zwischen Zelle und Strahlrohr einen Großteil des Röntgenlichtes. Erst moderne Synchrotronstrahlungsquellen wie beispielsweise die „Advanced Photon Source“ und die „Advanced Light Source“ in den USA, „MAX Lab“ in Schweden und BESSY II in Berlin liefern so intensives Licht, dass genug Röntgenphotonen für die Experimente bleiben. MB

Aus der Bildungslandschaft

- Die Fakultät für Biowissenschaften der Universität Heidelberg bietet den neuen **Bachelor-Studiengang „Molekulare Zellbiologie“** an. Bereits sehr früh kann man hier individuelle Studienschwerpunkte in den Bereichen Molekularbiologie, Biochemie, Zellbiologie, Biophysik, molekulare Pflanzenwissenschaften, Tierphysiologie, Neurobiologie, Entwicklungsbiologie und molekulare Evolutionsforschung setzen.
- Der seit 1999 bestehende **Studiengang „Materials Science and Engineering“** der Universität Kiel ist jetzt akkreditiert worden. Der Schwerpunkt des Studienganges, der vollständig in englischer Sprache gehalten wird, liegt auf Funktionsmaterialien. Er baut auf einem Studium der Materialwissenschaft auf, kann aber auch von Studierenden aus fachlich benachbarten Bachelor- und Diplomstudiengängen (z.B. Physik, Chemie) sowie von Fachhochschulabsolventen (Elektrotechnik, Maschinenbau etc.) belegt werden.
- Seit Januar 2004 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft das neue **Graduiertenkolleg „Bioethik“** am Interfakultären Zentrum für Ethik in den Wissenschaften (IZEW) der Universität Tübingen.
- Für besonders talentierte junge Chemiker richtet die Deutsche Forschungsgemeinschaft an der Ruhr-Universität Bochum eine Nachwuchsgruppe ein, die dem **Sonderforschungsbereich „Metall-Substrat-Wechselwirkungen in der heterogenen Katalyse“** angegliedert ist. Die zusätzliche Förderung beträgt rund 500 000 Euro für die nächsten drei Jahre.
- Mit der **International Graduate School of Science** an der Universität Osnabrück wird die bereits vernetzten Programme der beteiligten Fachbereiche Biologie/Chemie und Physik zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses gemeinsam intensivieren.
- Unter www.portal-schule-wirtschaft.de werden Materialien und Informationen für einen wirtschaftsorientierten Unterricht sowie Anregungen für Kooperationen und Projekte zwischen Schule und Wirtschaft angeboten.
- Das Zentrum für Fernstudien und Universitäre Weiterbildung (ZFUW) der Universität in Koblenz bietet zum Wintersemester 2004/05 erneut eine **Weiterbildung zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie** an. Der einsemestrige Fernstudienkurs ermöglicht berufsbegleitend eine gezielte Weiterbildung zur praktischen Umsetzung der Richtlinie. Zulassungsvoraussetzung ist ein abgeschlossenes Hochschulstudium vorzugsweise der Ingenieur- oder Naturwissenschaften oder eine mehrjährige berufliche Tätigkeit im Umweltbereich.
- Der Minister für Hochschulbildung und Forschung der Emirate, Scheich Nahayan Mabarak Al Nahayan, und der Generalsekretär des DAAD, Dr. Christian Bode, unterzeichneten ein Memorandum zur künftigen **Zusammenarbeit in Bildung und Wissenschaft**.

Lösungen zu Seite M40:

1 B; 2 D, E; 3 C; 4 D; 5 B; 6 E; 7 B, C; 8 E; 9 D; 10 A; 11 A; 12 A, B, C; 13 D; 14 A; 15 C; 16 A; 17 A.

Halogene – Reaktionen und Verbindungen

Mehrere richtige Antworten pro Frage sind möglich.

- 1** Wieviel Protonen P, Neutronen N und Elektronen E enthält das $^{17}_{35}\text{Cl}$ -Atom?
- | | P | N | E |
|----------|----|----|----|
| A | 18 | 17 | 18 |
| B | 17 | 18 | 17 |
| C | 17 | 35 | 35 |
| D | 35 | 17 | 35 |
| E | 35 | 17 | 17 |
- 2** Welche Aussage trifft zu?
- A** At ist stärker elektronegativer als I
B At ist im Normzustand ein zweiatomiges Gas
C At überführt Cl^- in Cl
D At erfährt gleichzeitig Oxidation und Reduktion, wenn es mit einer wässrigen Lösung von Natriumhydroxid behandelt wird.
E At ist radioaktiv
- 3** Gelangt Aluminiumchlorid an die Luft, so „raucht“ es. Was ist der Grund dafür?
- A** Es sublimiert
B Es zersetzt sich zu Aluminium und Chlor
C Es hydrolysiert, dabei entsteht Chlorwasserstoff
D Es dissoziiert
- 4** Welche Substanz reagiert rasch mit Brom bei Raumtemperatur bei Abwesenheit von Licht und bei Abwesenheit eines Katalysators?
- A** Methylbenzol
B Benzol
C Pentan
D Penten
E Cyclohexan
- 5** Welches Chlorid ist am schlechtesten in Wasser löslich?
- A** Kupfer-(II)-Chlorid
B Silberchlorid
C Natriumchlorid
D Bariumchlorid
E Eisen-(III)-Chlorid
- 6** Methan wird mit dem dreifachen seines Volumens an Chlor im Dunkeln bei Raumtemperatur gemischt. Welche Reaktion läuft ab?
- A** Es bilden sich C und HCl
B Es bilden sich CCl_4 und HCl
C Es bilden sich CHCl_3 und HCl
D Es bilden sich CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 , Cl_2 und HCl
E Es läuft keine Reaktion ab
- 7** Welches der wasserfreien Chloride kann man durch Einwirkung von Chlor auf das Element erhalten?
- A** CCl_4
B PCl_3
C NaCl
D FeCl_2
E FeCl_3
- 8** Welche Stoffgruppe entfärbt eine Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff?
- A** Ester
B Säuren
C Ketone
D Aldehyde
E Alkene
- 9** In welcher Verbindung ist die Bindung am meisten ionisch?
- A** Lithiumchlorid
B Lithiumbromid
C Lithiumiodid
D Natriumchlorid
E Natriumiodid
- 10** Welche Farbe hat das Bromid-Ion?
- A** Farblos
B Rotorange
C Violett
D Gelb
E Blau
- 11** 60 cm^3 Chlorwasserstoff-Gas werden mit 40 cm^3 Ammoniak-Gas gemischt. Welches Volumen hat die Mischung nach der Reaktion bei gleicher Temperatur und gleichem Druck?
- A** 20 cm^3
B 40 cm^3
C 60 cm^3
D 80 cm^3
E 100 cm^3
- 12** Welches Chlorid ist hygroskopisch?
- A** Aluminiumchlorid
B Magnesiumchlorid
C Calciumchlorid
D Natriumchlorid
- 13** In welchem Fall wird Iod freigesetzt, wenn jeweils die wässrige Lösung der Ionen mit einem geringen Überschuss von Iodid-Lösung behandelt wird?
- A** NO_3^-
B OH^-
C Cl^-
D Cu^{2+}
E Zn^{2+}
- 14** Welche Eigenschaft besitzt eine Lösung von Chlorwasserstoff in Wasser nicht?
- A** Sie ist hygroskopisch
B Sie ist eine Säure
C Sie ist ein starker Elektrolyt
D Sie enthält Chlor-Ionen
E Sie enthält H^+ - bzw. H_3O^+ -Ionen
- 15** Was entsteht beim Überleiten von trockenem Chlorwasserstoff über erhitzte Eisenfeilspäne?
- A** nur wasserfreies Eisen-(II)-chlorid
B nur wasserfreies Eisen-(III)-chlorid
C wasserfreies Eisen-(II)-chlorid und Wasserstoff
D wasserfreies Eisen-(III)-chlorid und Wasser
E hydratisiertes Eisen-(III)-chlorid und Wasser
- 16** Worauf deuten die Eigenschaften von trockenem Chlorwasserstoff hin?
- A** Auf eine Atombindung
B Auf eine Metallbindung
C Auf eine Ionenbindung
D Auf eine koordinative Bindung
- 17** Kommen Halogene in der Natur elementar vor?
- A** nie
B selten
C häufig



Teil 7: Die graphische Oberfläche: X-Window

Röbbe Wünschiers

In den vergangenen Ausgaben haben wir uns intensiv mit der Kommandozeile beschäftigt. In dieser Ausgabe möchte ich Sie zur Abwechslung in die Welt der graphischen Oberfläche entführen. Es wird also etwas bunter heute. Diese Einführung geschieht nicht ganz ohne Hintergedanken: die bedrohlichen Computerviruswellen der vergangenen Wochen und Monate mögen den einen oder anderen veranlasst haben, über Alternativen zu den Betriebssystemen von Microsoft nachzudenken. Um nicht Kationen mit Anionen zu vergleichen, müssen wir uns deshalb die graphische Oberfläche von Linux ansehen.

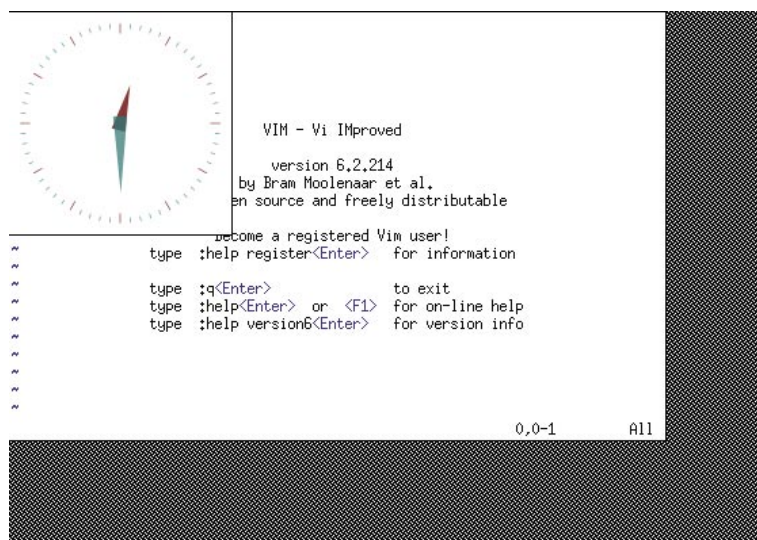
Alle Übungen in den vergangenen Ausgaben haben wir bewusst in der nüchtern erscheinenden Kommandozeile durchgeführt. Auf dieser Ebene beweist Linux (und damit meine ich, wie immer, alle Unix-Derivate) seine wahre Stärke. Zudem ist es wie überall in der Wissenschaft: nur wer die Grundlagen beherrscht, der verirrt sich nicht im fortgeschrittenen Stadium. Ich würde aber lügen, wenn ich behaupten würde, dass die Kommandozeile (oder Konsole) das einzig Wahre ist. Viel komfortabler ist natürlich das Arbeiten in einer graphischen Umgebung wie wir sie von Microsoft Windows oder Apple Macintosh bzw. OS X her kennen. Erst auf dieser Ebene können sich Linux Programme wie *OpenOffice* (das kostenlose Pendant zu Microsoft Office; <http://www.openoffice.org>) oder *Gimp* (das kostenlose Pendant zu Adobe Photoshop; <http://www.gimp.org>) voll entfalten. Wir nennen dies die graphische Benutzeroberfläche (GUI, *graphical user interface*). Natürlich bietet auch Linux eine GUI und diese hat es wirklich in sich. Aber der Reihe nach.

Historisches

Anfang der 80er Jahre war es das Macintosh Betriebssystem von Apple, das als erstes eine graphische Benutzeroberfläche aufwies. Auch Microsoft begann in dieser Zeit mit der Entwicklung einer graphischen Oberfläche. Das überwiegend von Wissenschaftlern genutzte Betriebssystem Unix basierte zu dieser Zeit ausschließlich auf der Kommandozeile. Allerdings wurde auch in der Unix-Welt die Notwendigkeit einer graphischen Benutzeroberfläche erkannt. So entstand das X-Window System. Auch heute heißt die graphi-

sche Benutzeroberfläche für Linux X-Window oder kurz X bzw. X11. X-Window wurde ursprünglich 1984 am Massachusetts Institute of Technology (MIT) für Unix entwickelt (bedenken Sie, dass die erste stabile Linux Version erst vor 10 Jahren veröffentlicht wurde). Diese erste Version hatte die Bezeichnung *X Version 10*. 1987 wurde die Version *X Version 11, Release 1* herausgebracht. Die aktuelle Version wird als *X11R6* bezeichnet. Im Rahmen der *Open Source* Bewegung (Bereitstellung freier Software) wurde rasch die Arbeit an einer freien Implementierung des X-Window Systems aufgenommen. Diese wird als *Xfree86* bezeichnet, da es ursprünglich nur für Betriebssysteme mit Intel-Prozessoren (386, 486, etc., daher die Zahl 86 in der Produktbezeichnung) zur Verfügung stand, und wurde erstmals 1992 veröffentlicht. Die aktuelle Version trägt die Bezeichnung 4.4.0 und kann von <http://www.xfree86.org> heruntergeladen werden. Zu Beginn lief X-Window nur auf echten Unix Systemen. Für die Popularität des freien Betriebssystems Linux war es daher ein großer Schritt, als 1992 der „Hacker“ Orest Zborowski das X-Window System von Unix nach Linux portierte. Was ist nun aber das besondere an X-Window?

Abbildung 1: Das X-Window System ohne Window Manager.



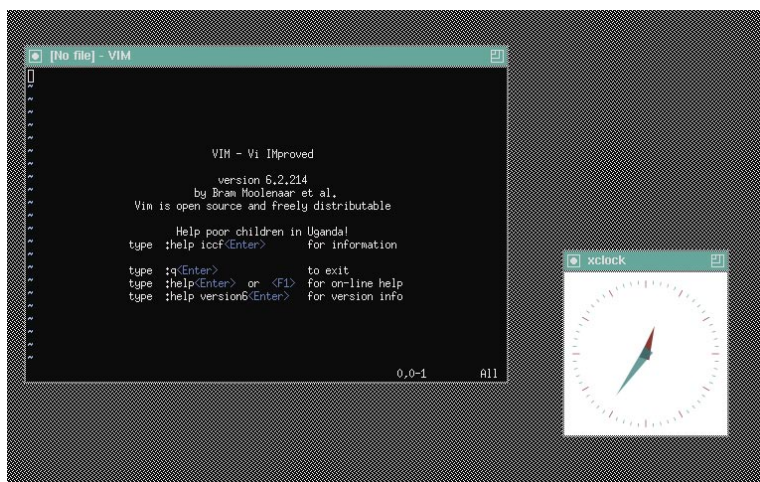


Abbildung 2: Der Window Manager TWM – Fenster können verschoben werden.

X-Window

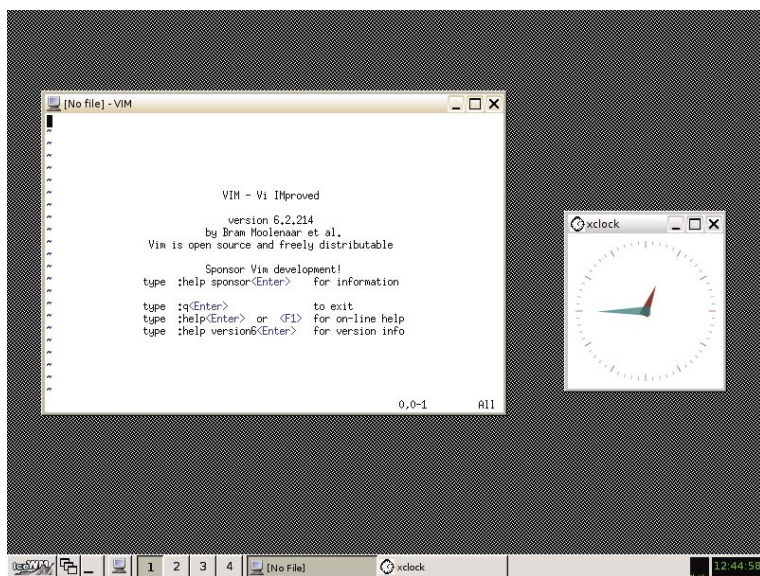
In der Vergangenheit war bei Apple und Microsoft das Betriebssystem fest mit der graphischen Benutzeroberfläche verwoben. Bei Linux sind sie dagegen getrennte Einheiten, die über das Netzwerk miteinander kommunizieren. Das bedeutet aber nicht, dass Ihr Computer an ein Netzwerk angeschlossen sein muss. Jeder Linux Rechner verfügt über ein internes Netzwerk, das so genannte *loopback interface*. Allerdings ist es durchaus möglich, den Bildschirminhalt über ein lokales Netzwerk oder das Internet zu versenden. Das bedeutet, dass die graphische Oberfläche von Computer A auf einem Bildschirm an Computer B angezeigt werden kann. Die Computer A und B können dabei tausende von Kilometern voneinander entfernt sein. Sie müssen lediglich über das Internet miteinander kommunizieren können. Der Vorteil dieser Technologie liegt klar auf der Hand. Auf einem

teuren leistungsfähigen Großrechner laufen die Programme. Der Anwender kommuniziert mit diesem Großrechner über seinen Kleinrechner. An diesem Kleinrechner sind Tastatur und Bildschirm angeschlossen. Die Tastatureingabe wird über das Netzwerk an den Großrechner gesendet und der Kleinrechner empfängt auf die gleiche Weise die Bildschirmausgabe des Großrechners. Das in der Wirtschaft so beliebte *Out-Sourcing* ist in der Unixwelt also gang und gäbe.

Server & Client

An der graphischen Oberfläche sind mehrere Komponenten beteiligt: X-Server, X-Clients, Window Manager und Desktop Environments. Der X-Server kommuniziert mit der Graphikkarte und bedient so den Bildschirm. Es ist ein Programm das immer auf dem Computer läuft an dem auch der Bildschirm angeschlossen ist. Würde nur der X-Server laufen, dann würde auf dem Bildschirm ein schachbrettartiges Muster und, in Form eines X, der Mauszeiger zu sehen sein. Sonst nichts. Belebt wird dieses Bild erst durch die X-Clients. Jedes Programm das eine graphische Ausgabe produziert, so genannte X-Programme, stellen X-Clients dar. Die X-Clients verbinden sich über das Netzwerk mit dem X-Server. Wie bereits angesprochen, kann dieses Netzwerk innerhalb eines Computers simuliert werden (*loopback*) oder aber tatsächlich zwei Computer miteinander verbinden. Die X-Clients teilen nun dem X-Server mit, was sie auf dem Bildschirm darstellen möchten. Das Paar, X-Server und X-Client, ist aber alles andere als benutzerfreundlich. Würden nur der X-Server und ein X-Programm miteinander kommunizieren, dann gäbe es keine Möglichkeit Fenster zu schließen, zu wechseln, deren Größe zu verändern, sie zu verschieben, usw. (Abbildung 1). Für diese Aufgaben gibt es so genannte Window Manager.

Abbildung 3: Der Window Manager IceWM bietet unter anderem ein Startmenü.



Window Manager

Window Manager verwalten die unterschiedlichen Fenster die von den X-Clients, letztlich also von den X-Programmen, zur Verfügung gestellt werden. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Window Manager, die sich mehr oder weniger stark voneinander unterscheiden. In der Abbildung 1 ist der Bildschirminhalt eines Systems dargestellt, auf dem kein Window Manager läuft. Es laufen zwei Applikationen: ein Texteditor vim gestartet wurde und ein Programm namens *xclock*, das eine Uhr anzeigt. Die beiden Fenster liegen direkt übereinander, sie können weder verschoben noch in den Vordergrund oder Hintergrund gebracht werden. Die Fenster erscheinen einfach in der Reihenfolge ihres Aufrufs in der linken oberen Ecke des Bildschirms. Das ist natürlich äußerst unbefriedigend. In Abbildung 2 laufen dieselben beiden Programme wie in Abbildung 1. Allerdings werden die beiden Fenster hier von dem Window Ma-

nager TWM (*Tab Window Manager*; <http://www.plig.org/xwinman/vtwm.html>) kontrolliert. TWM bietet nicht viel Komfort, aber immerhin sind die Fenster verschiebbar. Außerdem kann durch Mausklick ein Menü aufgerufen werden, aus welchem sich andere Applikationen starten lassen. Der Window Manager IceWM (*Ice Window Manager*; <http://www.icewm.org>), der in Abbildung 3 gezeigt ist, bietet sogar eine komfortable Fußleiste, ähnlich wie sie von Microsoft Windows bekannt ist. Window Manager tun also genau das, was ihr Name nahe legt: sie verwalten die Fenster. Was ist aber, wenn wir einen Desktop mit Verknüpfungen zu Programmen und Dokumenten haben möchten? Dazu gibt es die letzte Ebene, das Desktop Environment.

Desktop Environment

Desktop Environments stellen eine Art Arbeitsfläche auf Ihrem Bildschirm bereit. Auf dieser Arbeitsfläche können Verknüpfungen (*shortcuts*) zu Programmen und Dateien hinterlegt und durch Doppelklick aktiviert werden. So kennen wir es von Microsoft Windows und Apple Macintosh Betriebssystemen. Auch eine komfortable Fußleiste gehört zu einer komfortablen Arbeitsfläche. Linux bietet mehr als ein Desktop Environment. Die bekanntesten heißen KDE (*K Desktop Environment*; <http://www.kde.org>) und Gnome (<http://www.gnome.org>). Abbildung 4 zeigt die Arbeitsfläche von KDE. Die meisten Desktop Environments stellen mehrere Arbeitsflächen zur Verfügung, zwischen denen Sie bequem wechseln können.

Sehen Sie selbst

Die einfachste Art und Weise die graphische Seite von Linux kennen zu lernen bietet Knoppix. In Teil 1 (CLB 11/2003) wurde Knoppix kurz vorgestellt. Es handelt sich dabei um ein Linux System, das nicht auf der Festplatte installiert werden muss, sondern

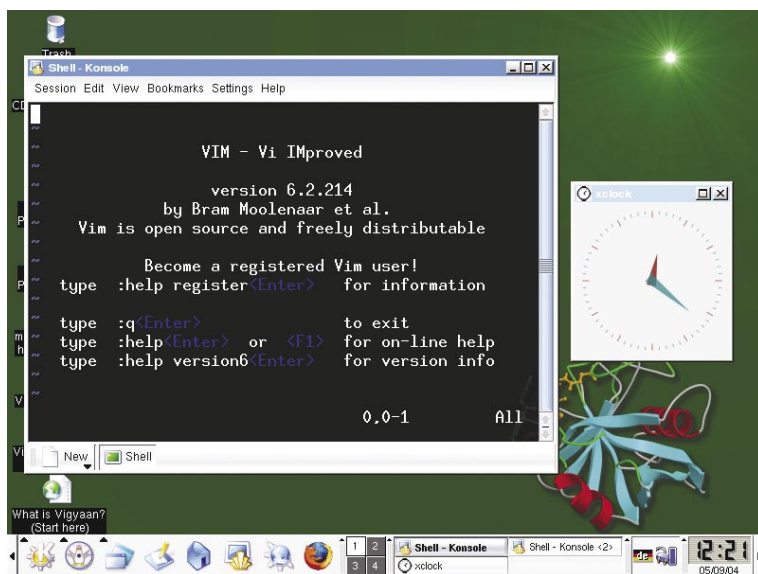
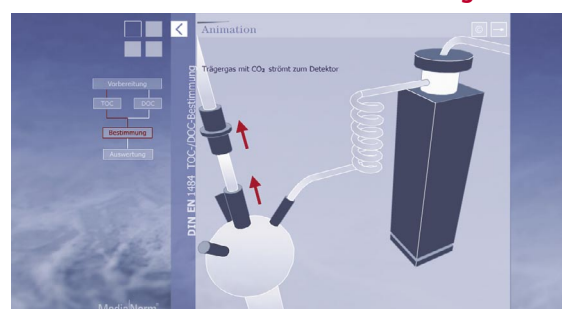


Abbildung 4: Das Desktop Environment KDE mit integriertem Window Manager. Linux von seiner buntesten Seite. Hier können Sie sogar die Schriftgröße des Terminalfensters ändern.

von einer CD-ROM gestartet wird. An Ihrem auf der Festplatte installierten System werden daher keine Veränderungen vorgenommen.

In der kommenden Ausgabe werden an dieser Stelle nützliche Programme aus den Bereichen Biologie und Chemie vorgestellt. Pratul Agarwal hat eine Knoppix CD-ROM erstellt, die jene Programme bereits enthält. Diese Knoppix Version namens Vigyaan ist unter <http://www.vigyaancd.org> kostenfrei herunterzuladen. Vigyaan kommt aus dem Sanskrit und bedeutet soviel wie Wissenschaft. Wenn Sie keine oder nur über eine langsame Internetverbindung verfügen, dann können Sie die Vigyaan CD für 5 Euro inklusive Porto und Verpackung bei der CLB Redaktion bestellen. Sie sind dann in der Lage die Beispiele der kommenden Ausgabe selbst zu verfolgen und können sich mit der graphischen Seite von Linux vertraut zu machen.

Ein multimediales Lehr- und Lernprogramm etwa für die TOC-/DOC-Bestimmung jetzt kostenlos für ein CLB-Abo. Wie: Siehe hintere Umschlagseite!



Analytica in München und Control in Sinsheim

Drahtseilakte zwischen Masse und Individualität

Einen Rückgang in einer für Messen mit am wichtigsten Kenngrößen hatte die Analytica 2004 zu verzeichnen. Als die Messe in München am 14. Mai zu Ende ging, waren insgesamt 30 000 Besucher gekommen, 4000 weniger als vor zwei Jahren. Die Zahl der Aussteller nahm hingegen von 1040 auf 1120 zu. Anders die mit „Qualitätssicherung“ thematisch benachbarte – und in diesem Jahr zeitgleich mit der Analytica laufende – „Control“ im badischen Sinsheim: Die jährliche Veranstaltung steigerte sowohl die Ausstellierzahl auf 767 (2003: 750) wie auch die Besucherzahl auf 21 953 (Vorjahr: 20 595).

Da wundert es nicht, dass die Messe München bemüht ist, andere Kenngrößen in den Vordergrund zu rücken: Die Internationalität der Besucher sei um sechs Prozent gestiegen, und ihre Qualifikation sei hoch gewesen.

Um dies zu untermauern, lässt die Messe München wichtige Personen der ausstellenden Firmen zu Wort kommen: „Bereits am zweiten Messetag haben wir mehr Geschäftskontakte geknüpft als während der ganzen Analytica 2002,“ konstatierte Dr. Dirk Sievers, Program Coordination Manager der Waters GmbH. Auch Dr. Wolf-Dieter Emmerich, Geschäftsführer der Netzsch-Gerätebau GmbH, bestätigte den erfolgreichen Messeverlauf: „Wir sind mit der Messe zufrieden. Sie hat unsere Erwartungen übertroffen.“

Hinsichtlich der Besucher-Internationalität hieß es: SLS Micro Technology beispielsweise zählte 40 Prozent internationale Kunden an ihrem Messestand – damit wurden die Erwartungen des Ausstellers in punkto Internationalität deutlich übertroffen. Die Invitrogen AG meldete Messekontakte mit Fachbesuchern aus Asien, USA und den Vereinigten Arabischen



In Zeitüberschneidung mit der Analytica in München: Die Control in Sinsheim (mit holzgedeckter Halle 6), was manche Aussteller zu doppelten Messteams zwang. Die Messe gehört zur P. E. Schall GmbH Messeunternehmen.

Emiraten; die Merck KgaA sprach von einem Anteil von über 30 Prozent an internationalem Publikum. Damit habe die Analytica in München ihre Position als Weltleitmesse ausgebaut.

Die Argumente „Internationalität“ und „Qualifikation“ bringt jedoch auch die Control: „Die Control wird von Jahr zu Jahr internationaler. Hier treffen wir auf unsere Kunden. Deshalb stimmen wir den Entwicklungszyklus von Produktneuheiten schon seit Jahren auf die Messe in Sinsheim ab“, so Mario Schroeder, Geschäftsführer der Firma Mycrona aus Saarwellingen.

Auch Simon Moser, Prokurist bei Leica aus München, bewertete den Messeverlauf ausgesprochen positiv: „Die Control ist und bleibt für uns die beste Messe. Auch was die Qualität der Besucher angeht, können wir in den letzten Jahren eine stetige Steigerung bestätigen.“

Fazit: Es herrscht ein starker Wettkampf zwischen den Messen, einer Marketingform, bei der Deutschland wirklich Weltmeister ist, man denke an die Hannover Messe Industrie oder deren Ableger Cebit. Pure Größe ist jedoch nicht

alles. Die Messehallen in München wirkten für etliche Besucher eher gering besucht, anders als die überschaubare Control, auch wenn der Messeplatz Sinsheim mittler-

Paul E. Schall, Gründer und geschäftsführender Gesellschafter der größten privaten Messe Europas mit eigenem Messegelände, freut sich über die gestiegenen Zahlen 2004 (Fotos: Kickuth).





Mit dem Aufteilen der Kernkompetenzen – einer Kombination von optischen, mechanischen, elektrischen und Software-Komponenten – auf viele Spezialsysteme gewinnt Olympus gegen den Markt.

weile der größte private Messeplatz Europas ist und mit 30 000 Quadratmetern Hallenfläche etwa 50 Prozent der Größe der Stuttgarter Messe hat. Jene soll jedoch bis 2007 auf auf einem völlig neuen Gelände 100 000 Quadratmeter bieten. Nicht auszuschließen, dass von dem Messe- und Ausstellungsveranstaltungsboom die kleinen profitieren werden, die ihre Zielgruppen besser zusammenführen, etwa Veranstaltungen in Universitätsnähe.

Bei mehr als 1000 Ausstellern in München waren natürlich auch ein paar technische Spitzenleistungen zu sehen. Mit dem Atomabsorptions-Spektrometer „contraAA“ stellte Analytik Jena nach eigenen Aussagen eine Weltneuheit vor. Der technische Vorteil läge darin, dass erstmals alle 67 mit dieser Methode bestimmbaren chemischen Elemente mit einer einzigen Anregungsquelle in rascher Sequenz analysiert werden könnten. Bisher werde in der Regel für jedes zu bestimmende Element eine separate Anregungsquelle eingesetzt.

PCR immer schneller

Gleich mehrere Neuheiten gab es zu dem Thema Polymerase-Kettenreaktion, abgekürzt PCR (nach der

englischen Bezeichnung polymerase chain reaction). Dazu gehörte eine Entwicklungskooperation zwischen dem Hans-Knöll-Institut für Naturstoff-Forschung in Jena (HKI) und dem Geschäftsbereich „bioanalytical solutions“ von Analytik Jena, der „SpeedCycler“. Dabei handelt es sich um ein automatisierbares Gerät, basierend auf Standard-Technik, das die normale PCR um den Faktor fünf bis acht beschleunigen soll.

Geschwindigkeit kennzeichnet auch den weiterentwickelten Prototypen des „Chip-Based-Lab“ Baukastens vom Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH (IMM). Dank des speziellen mikrofluidischen Systems und einer miniaturisierten Temperiereinheit ließen sich mit dem Baukasten reproduzierbare Polymerase-Kettenreaktionen in weniger als fünf Minuten umsetzen. Herkömmliche Systeme benötigten für die PCR bei etwa 30 Zyklen mindestens 15 Minuten. In den Prototypen seien durch seinen modularen Aufbau auch immunochemische Nachweisverfahren integrierbar.

Die einzelnen Chips des Baukastens sind über Kapillarsysteme mit geringen Totvolumina miteinander verbunden. Den Transport kleins-

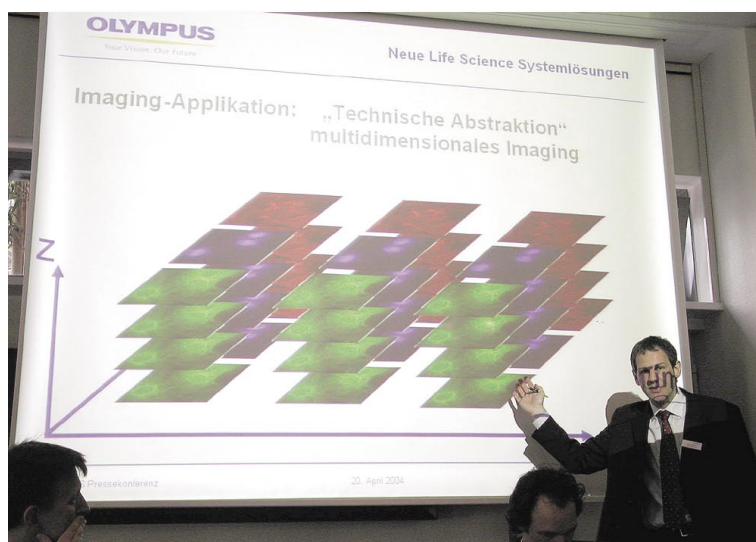
ter Flüssigkeitsmengen bis in den Nanoliterbereich übernehmen ebenfalls am IMM entwickelte Mikropumpen. Die Mikropumpen ermöglichen nach Angaben des Instituts das Dosieren und Mischen der Flüssigkeiten ohne Lufteinschlüsse in den Kanälen des Chips. Dafür nutzen die Mikropumpen typische Eigenschaften einer magnetischen Suspension (Ferro- bzw. Magnetofluide). Wie man erläuterte, ist das Ferrofluid auf einem separaten Chip in kleinen Kanälen eingeschlossen und kann über einen Schrittmotor mit einem Magneten schnell und exakt bewegt werden. Das vom BMBF geförderte Projekt entsteht gemeinsam mit der Evotec Technologies GmbH (Hamburg) und der Endokrinologikum Hamburg Forschungsgesellschaft mbH, ebenfalls in Hamburg.

Auch bei der MWG Biotech AG gabe es Neuigkeiten hinsichtlich der Vervielfachung von DNA. Die neue „THEQ LifeCycler-Serie“ erlaube durch die Kombination von Server- und Workstation-Modulen und Ansprache durch Netzwerksteuerung eine individuelle Kapazitätsgestaltung mit effizienter zentraler Bedienung. Dies ermögliche den Kunden eine auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittene und flexible PCR-Lösung. Ein ganzes PCR-Labor sei von einem einzigen PC aus steuerbar.

Massenweise Einzellösungen

Während etliche Anbieter versuchen, mit einer standardisieren Lösung – sei es Hard- oder Software – eine Vielzahl von Aufgabenstellungen der Kunden zu lösen, finden andere Unternehmen ihren Markt in der individuellen Erstellung von Systemkonfigurationen, seien es Programme oder Maschinenelemente. Dazu zählt die Bremer In-Process Instruments Gesellschaft für Prozessanalytik mbH.

Unter anderem mit dem Analysesystem ESD100 präsentierte sich die Firma auf der Analytica. Themenschwerpunkte waren für den Bremer Massenspektrometer-Spezialisten die Bereiche Kopplungsmöglichkeiten und individuelle, auf



Welche Datenmengen bei modernen Mikroskopiesystemen anfallen veranschaulichte Peter Meßler, Leiter Vertrieb bei der Olympus Biosystems GmbH, mit dieser Grafik auf der Vorinformation in Hamburg. Die Daten stammen von den drei Raumdimensionen wie auch von der Zeitauflösung und der Farbe der Bilder.

die Aufgabenstellung des Kunden zugeschnittene Gerätesysteme für die Online-Gasanalyse. Die Analyssysteme würden einzeln als Ergebnis intensiver Absprachen mit den Auftraggebern konzipiert und auch nach der Inbetriebnahme beim Kunden weiter betreut; daraus resultiere ein höherer Preis als bei Standardsystemen, so die Firma.

Eine deutliche Verbesserung von Analyseergebnissen lässt sich oft durch Kopplung von Systemen erzielen. Der Bremer Hersteller zeigte mit dem ESD100 beispielsweise einen elementspezifischen Detektor für die Kopplung mit Elementaranalysatoren, Thermowaagen und anderen Systemen. Diese Art der Kopplung in Kombination mit der massenspektrometrischen Detektion eigne sich auch für Anwendungen in weiteren Bereichen wie Pyrolyse, Katalyse, Traceruntersuchungen mit stabilen Isotopen oder in der Biotechnik.

In vielleicht noch höherem Ausmaß auf kleinste Marktsegmente müssen sich Mikroskopiehersteller hin orientieren. Sie profitieren davon, dass sich ihr Know-how in der Kombination von optischen, mechanischen, elektrischen und Software-Komponenten in immer neuen Anwendungen darstellen lässt. Dafür ist es umso schwieriger, die Nähe zu den Kunden für die „massenhafte Sonderlösungen“ zu finden. So

nimmt es nicht Wunder, dass beispielsweise Olympus sowohl auf der Control wie auch auf der Analytica vertreten war. Für Fachjournalisten entzerrte man daher die Produktvorstellung für den Biotech-Bereich durch eine Präsentation im Vorfeld der beiden Messen in der Hamburger Europazentrale.

Große Datenströme von lebenden Zellen verarbeiten

Ein besonderer Wunsch heutiger Biowissenschaftler ist die Untersuchung von Lebensvorgängen, und lebende Zellen sind natürlich viel empfindlicher als tote Präparate. Zudem liefern bildgebende Experimente mit lebenden Zellen einen großen Datenstrom, den es zu verarbeiten gilt.

Der bislang im wissenschaftlichen Bereich hauptsächlich durch seine Mikroskope bekannte Hersteller mit Europasitz in Hamburg – Normalkonsumenten kennen meist nur die Kameras – rundet sein Produktportfolio immer mehr durch Softwarekomponenten und Systeme für die Bioanalytik ab, etwa für die Einzelmoleküldetektion. Zum Anfang dieses Jahres erwarb das Unternehmen dafür die Münsteraner Software-Schmiede für Bildanalyse, Soft Imaging System (SIS), mit der bereits zuvor Kooperationen durchgeführt wurden. Das erste Produkt aus der

Familie von Soft- und Hardwarelösungen für biomedizinische bildgebende Anwendungen – „cell[^]R“ – führte Olympus zur Bioanalytica 2003 ein. Das System empfiehlt sich nach Herstellerangaben in erster Linie für fluoreszenzmikroskopische Beobachtungsmethoden. Es soll insbesondere den experimentellen Anforderungen für Echtzeit-Bildaufnahmen durch hochsensitive Digitalkameras gerecht werden. Das kommt den Experimentatoren zugute: Durch einen speziellen, echtzeit-kontrollierten Verschluss kann die Belichtungszeit der Probe auf die wirkliche Blendenöffnungszeit begrenzt werden. Dadurch vermeidet man ein vorschnelles Ausbleichen von Fluoreszenzfarbstoffen.

Sein Markterfolg ermutigte das Unternehmen, das Produktspektrum von Analyse-Systemen im Umfeld der Mikroskopie deutlich zu erweitern. Anlässlich der Analytica 2004 erweiterte Olympus Europa die „cell[^]“-Systemfamilie um „analySIS[^]B“ und „analySIS[^]D“.

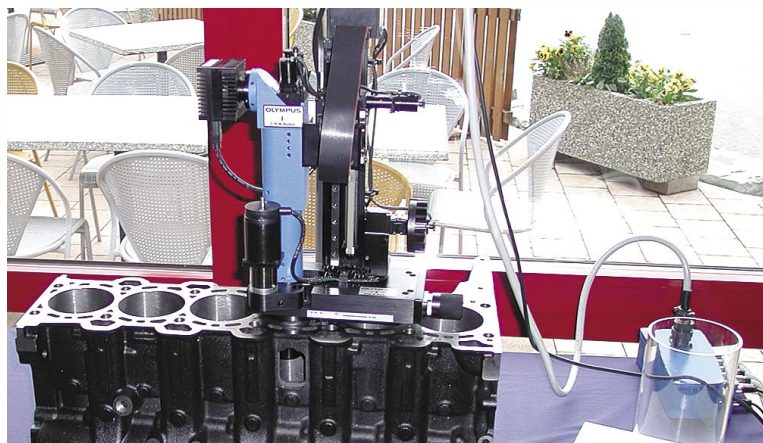
„analySIS[^]B“ ist das Basis-System für die Aufnahme und Archivierung von mikroskopischen Bildern im zellbiologischen Bereich. In diesem Paket sind Standard-Bildbearbeitungs- und Messfunktionen ebenso enthalten wie eine strukturierte Datenbank und ein komfortables Berichtserstellungstool. Darüber hinaus lassen sich damit etwa Einzel- zu Übersichtsbildern oder zu einem Bild mit erweitertem Fokus zusammenfügen. Mit „analySIS[^]D“ kann man sowohl automatisierte Aufnahmen von Multifluoreszenz-Bildern, langsamen Zeitserien und 3D-Bildstapeln durchführen (siehe F&E im Bild, S. 163). Es gibt aber auch die Möglichkeit, mit einem motorisierten Mikroskopisch Mikrotiterplatten einzuscannen. Die aufgenommenen multidimensionalen Bilddaten werden in einer strukturierten Datenbank archiviert.

Bei den Mikroskopen selbst entwickelt Olympus die Technik ebenfalls hin in Richtung auf Schnelligkeit und Schonung von lebenden Präparaten. So stellte man das konfokale Mikroskop „FluoView FV1000“ vor. Es ist mit zwei unabhängigen, vollständig

synchronisierten Laserscannern ausgestattet. Beide sind in einem kompakten Gehäuse untergebracht und erlauben die gleichzeitige Laserstimulation und konfokale Beobachtung. Schnelle Zellreaktionen, die während oder unmittelbar nach der Laserstimulation auftreten, können nun ohne Zeitverzögerung aufgenommen werden. Diese Studien von schnellen Zellreaktionen eröffnen wichtige Einblicke in die Funktionsweise verschiedener zellulärer Abläufe. Das FV1000 ist laut Hersteller besonders geeignet für fortgeschrittene Techniken wie FRAP, FLIP, Photoaktivierung und -konvertierung sowie Freisetzen (Uncaging). Darüber hinaus ist das FV1000 mit einem spektraloptischen System mit zwei Photomultipliern ausgestattet, das sich durch seine einzigartige Wellenlängenauflösung von zwei Nanometern und seine extrem schnelle Spektroskopie von 100 Nanometern pro Millisekunde auszeichnet.

Neben den Mikroskopiesystemen zeigte Olympus auch das Einzelmolekül-Detektionssystem MF20. In ihm beleuchten Laserstrahlen ein nur Femtoliter – milliardstel Liter, 10-15 Liter – kleines Volumen, in dem sich Interaktionen zwischen einzelnen Molekülen aufspüren lassen. Das System ist für automatische Probendurchsatz geeignet und zur Zeit nach Firmenangaben das Einzige auf dem Markt. Abgerundet wurde die Olympus-Biotech-Produktvorstellung durch eine neue Systemlösung für die Nichtkontakt-Lasermicrodissektion. Damit

1000 Bilder in zehn Sekunden auswerten soll schließlich ein Zylinder-Inspektionssystem; hier eine transportable erste Ausbaustufe.



lässt sich etwa eine einzelne Zelle eines Zellverbundes am Bildschirm an ihren Wänden markieren. Dann schneidet ein Laser berührungslos diese Zelle aus.

Große Datenströme bei der Zylinderinspektion

Auf der Control in Sinsheim zeigte das Unternehmen dann, wie sich Synergien von Bildverarbeitungs- und Mikroskopie-Know how auf andere Anwendungsfelder übertragen lassen. So ist es bei Automotoren von großer Bedeutung, dass die ZylinderInnenwände nach dem Feinschleifen (Honen) eine spezielle Struktur kleinster Riefen aufweisen, die als Ölreservoir für die Schmierung zwischen Zylinder und Kolben dienen. Bislang kontrolliert dies ein Mensch, und zwar – am Beispiel eines 6-Zylinder-Motors – im 20 Sekunden-Takt. Mit einem Mikroskop, das in den Zylinder eingefahren wird, und einer sehr schnellen Bildanalytik will man diesen Prozess jetzt sicher in engeren Toleranzen einhalten und überprüfen können. Das bedeutet: Es müssen mehr als 1000 Bilder pro Arbeitstakt – und wegen der Fließband-Bremzeit sind dies effektiv nur zehn Sekunden – aufgenommen und ausgewertet werden. Noch ist man nicht ganz so weit, wie Dr. Christian Auffenberg in Sinsheim sagte. Allerdings lockt ein interessanter Markt, denn seinen Aussagen zufolge ist den Auftraggebern die Bereitstellung der Technologie wichtig, nicht in erster Linie das Auftragsvolumen. *Rolf Kickuth*

Proteine, Gene und Hormone

Beim malignen Melanom und anderen Krebsarten ist der Vorgang der Apoptose herunterreguliert. Wissenschaftler der Dermatologischen Klinik der Charité in Berlin zeigten, dass in Krebszellen die Gene Bcl-2 und Bcl-Xl Überlebenssignale an die Zelle vermitteln, während das Gen Bcl-Xs die Apoptose einleitet. Mit gentechnischen Methoden konnte das Gen im Tiermodell nach Wunsch an- und abgeschaltet werden, was großen Einfluss auf das Tumorstadium hatte.

Die klinische Genterapie zeigt nach zahlreichen Rückschlägen nun auch erste Erfolge. So konnte bei Patienten mit der angeborenen Immunschwächekrankheit ADA-SCID durch die Anwendung genetisch modifizierter Blutstammzellen ein weitgehend normal funktionierendes Immunsystem wiederhergestellt werden. Positive Signale gibt es auch bei der Behandlung der rheumatoiden Arthritis, kardiovaskulären Erkrankungen und malignen Tumorerkrankungen.

Eine detaillierte Karte der Genfunktionen von mehr als 20 000 der etwa 30 000 menschlichen Gene wurde im Internet unter www.jbirc.aist.go.jp/hinv/index.jsp veröffentlicht. Ein internationales Konsortium von 152 Wissenschaftlern aus 40 Institutionen hat die Projekte zur Analyse von cDNAs zur weltweit größten Datenbank der Genfunktionen verknüpft. Die Leitung der deutschen Delegation liegt beim Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg.

Prostata-Krebs ist die häufigste Tumorerkrankung bei Männern über 50 Jahre und dritthäufigste Todesursache bei Krebserkrankungen allgemein. Die vom BMBF gegründete VPM (Vakzine Projekt Management GmbH) in Braunschweig erforscht einen therapeutischen Impfstoff gegen diese Krebsart, der aus Patientenzellen besteht, die genetisch verändert werden. Sie enthalten die Gene für Interferon-Gamma und Interleukin-2, was zu einer verstärkten Immunantwort des Patienten führt.

Die zunehmende Resistenz vieler Krankheitserreger veranlasste Forscher der Max-Planck-Gesellschaft am DESY in Hamburg, den Blockierungsmechanismus aufzuklären, mit dem Dalfopristin und Quinupristin, zwei potente Vertreter der Streptogramine, die Proteinsynthese von Bakterien blockieren und diese damit abtöten. Streptogramine gehören zu den wirkungsvollsten Medikamenten ihrer Art und sind Reserveantibiotika.

Gelbwurz (Curcuma longa) erwies sich im Mäuseversuch als hilfreich gegen das schwere erbliche Lungenleiden Mukoviszidose (zystische Fibrose). Wissenschaftlern der Yale-Universität in New Haven/Connecticut gelang es, die entscheidende Genmutation mit dem Gewürz zu korrigieren. Die Krankheit wird durch eine Veränderung des Gens DeltaF508 und die Fehlfaltung seines Proteins ausgelöst. Der entscheidende Bestandteil der Gelbwurz, Kurkumin, hilft dem fehlerhaften DeltaF508-Protein, wieder seine normale Funktion zu erfüllen.

Bioinformatik: Neue Hard- und Software Für Genomvergleich und Systembiologie

In den letzten Jahren setzen Forscher mehr und mehr den Computer ein, um die experimentelle Forschung zu unterstützen. Sowohl spezielle Hardware wie auch Software unterstützt diese Arbeiten, wie zwei Beispiele hier zeigen.

Einen Spezialrechner für die Analyse von Erbgut schafft jetzt der Lehrstuhl für Bioinformatik der Universität Würzburg. Das Gerät arbeitet extrem schnell, denn in seinem Inneren sind 18 000 Spezialchips (ASICs) miteinander verbunden. In solchen für bestimmte Anwendungen konzipierten Chips sind Programme „in Hardware gegossen“, laufen also extrem schnell ab. Damit lassen sich in kurzer Zeit ganze Genome miteinander vergleichen. Hierfür braucht die neue Maschine nur wenige Minuten und ist damit viele tausend Mal schneller

als ein gewöhnlicher Rechner. Auf diese Weise können die Forscher im Würzburger Biozentrum besser verstehen, wie Krankheitserreger dem Menschen schaden. Außerdem erforschen sie damit komplizierte Regulationsvorgänge bei der Krebsentstehung, zum Beispiel bei B-Zell-Lymphomen, sowie im Erbgut von Pflanzen. Der Rechner ist ein „GeneMatcher2“ von der US-Firma Paracel und etwa so groß wie ein Schreibtisch. Er kostet 300 000 US-Dollar. Er wird jeweils zur Hälfte vom Bund und – im Rahmen der High-Tech-Offensive – vom Freistaat Bayern finanziert. Die Spezialisten von der amerikanischen Herstellerfirma werden das Gerät in wenigen Wochen gebaut und am Lehrstuhl montiert haben.

Ein neues Paket von rechnerischen Werkzeugen und Methoden

unter dem Namen „Sycamor“ wird in Heidelberg am EML Research entwickelt. Es stellt nicht nur Rechenmethoden zur Verfügung, sondern hilft auch dem Biowissenschaftler, die richtige Methode, zum Beispiel bei der Simulation, auszuwählen. Nach der Meinung der Projektleiterin Dr. Ursula Kummer sollen auch die Wissenschaftler, die keine Experten in theoretischer Biochemie sind, so einen Zugang zu rechnerischen Methoden finden. Ebenso sollen Studierende mit der neuen Software vertraut gemacht werden und so die Ausbildung in der Systembiologie verstärken.

EML Research kann dabei auf die bisher geleistete Forschungsarbeit aufbauen. Dr. Ursula Kummer und ihre Gruppe entwickeln gemeinsam mit dem Team von Dr. Pedro Mendes (Virginia Bioinformatics Institute, USA) das Softwarepaket COPASI, das biochemische Prozesse analysiert und simuliert. Die EML Research-Forschungsgruppe von Dr. Rebecca Wade modelliert Proteinstrukturen und simuliert die Dynamik von molekularen Veränderungen. Diese Forschungsleistungen fließen ebenso in „Sycamor“ ein wie die Datenbanken von ELSA, einem elektronischen Stoffwechselatlas, den EML Research-Wissenschaftler unter Leitung von Dr. Isabel Rojas in den letzten Jahren aufgebaut haben.

Das Wort „Sycamor“ steht für „Systems biology's Computational Analysis and MOdeling Research Environment“. Das Projekt mit einem Gesamtvolumen von ca. 1,5 Millionen Euro läuft drei Jahre und gehört zur BMBF-Initiative Systembiologie. Wenn die Software entwickelt ist, steht es allen Mitgliedern der BMBF-Systembiologieinitiative zur Verfügung. Wissenschaftler an Universitäten und Forschungsinstituten werden das Paket kostenlos nutzen dürfen, für industrielle Anwender werden Lizenzgebühren erhoben.

Datenspeicher aus diamantähnlichem Kohlenstoff 6 Mrd. Fotos auf einer Postkarte

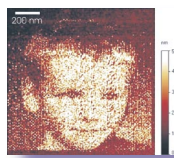
Forscher aus Dresden modifizieren zur Datenspeicherung Schichten aus diamantähnlichem Kohlenstoff. Die derzeit erreichte Datendichte ist bereits fünfzigmal höher als bei den besten Festplatten.

Die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden verwenden als Materie diamantähnliche Kohlenstoffschichten und als Instrument feinste metallische Spitzen, wie sie in der Rastertunnelmikroskopie (STM) eingesetzt werden. Daraus austretende Elektronenströme werden genutzt, um in der zunächst elektrisch eher isolierenden Schicht Kanäle aus Graphit zu erzeugen. Diese zehn Nanometer kleinen Bereiche sind leitfähiger und erheben sich zugleich aus der glatten Schicht. Beide Effekte können zur Informationsspeicherung genutzt werden. Die STM-Nadel dient als kombiniertes

Schreib- und Leseinstrument. Die hohe mechanische, thermische und chemische Stabilität des Kohlenstoffs garantiert, dass gespeicherte Daten lange erhalten bleiben.

Neben digitalen Daten untersuchen die Forscher auch, wie sich analoge Bilder ein- und auslesen lassen. Dies ist besonders für langfristige Archivierungen interessant. Als anschauliches Beispiel dient ein Portraitfoto (siehe unser Titelbild) mit nur 1,2 Mikrometern Kantenlänge. Rein rechnerisch fänden 6,2 Milliarden solcher Passbilder, also Portraits der gesamten Menschheit, auf der Fläche einer Postkarte Platz. In der Sprache der Entwickler von Datenträgern entspricht dies einer Speicherdichte von mehr als 5000 Gigabit pro Quadratzoll. Die im Januar ausgegründete Firma Arc Precision arbeitet daran, das Prinzip in eine effektive Speichertechnik umzusetzen.

Zum Titelbild
(Abb.: FhG/IWS,
Arc Precision).



Perspektiven für Chemikerinnen und Chemiker Langfristig gut, so die Industrie

Die langfristigen Perspektiven seien gut, äußerten sich die Industrievertreter im Vorstand der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) anlässlich der letzten Vorstandssitzung zu den Berufsperspektiven für Chemiker.

„Wir betrachten die chemische Industrie als Innovationsmotor für die gesamte Volkswirtschaft und sehen deswegen nach wie vor sehr gute Berufsperspektiven für hochqualifizierte, leistungsorientierte und international ausgerichtete Chemiker“, sagte Prof. Dieter Jahn, Abteilungsdirektor bei der BASF AG. Das Unternehmen sieht vor allem fachliche Kompetenz, Team- und Kommunikationsfähigkeit, Führungsqualitäten, Innovationsfähigkeit sowie Auslandserfahrung als Schlüsselqualifikationen.

Auch bei der Merck KGaA gibt es einen kontinuierlichen Nachwuchsbedarf an Naturwissenschaftlern. Die Thematik der Verlagerung von Arbeitsplätzen ins Ausland sei für das Unternehmen nicht so wichtig, da man sich mit „Spezialitäten“ und nicht mit „Commodities“ befasse, sagte Dr. Jan Sombroek, für Personal zuständiges Mitglied der Geschäftsleitung von Merck. „Wir werden immer einen Bedarf an Spezialisten haben. Allerdings brauchen wir in zunehmenden Ausmaß „Generalisten“, die eine solide Ausbildung in den Naturwissenschaften haben, ohne hierfür 16 Semester aufzuwenden.“ Der Anteil an Grundlagenforschung bei gleichbleibend hohen Forschungs- und Entwicklungsbudgets werde geringer, da sie immer mehr nach außen verlagert werde.

Mit der im November 2003 verkündeten Umstrukturierung (Abspaltung des „Chemiegeschäftes“ als unabhängiges Unternehmen „Lancess“) hat die Bayer AG gleichzeitig für den „Rest“ ein klares Bekenntnis zur Innovation als Wachstumstreiber abgegeben. „Das bedeutet auch ein Bekenntnis zu einer starken Forschung und Entwicklung, in der Chemiker nach wie vor eine

Schlüsselrolle spielen werden. Auf absehbare Zeit wird diese F&E auch vorwiegend an deutschen Standorten lokalisiert sein“, sagte Prof. Jörg Stetter, Direktor bei der Bayer AG. Und Prof. Fred Robert Heiker, Geschäftsführer der Bayer Innovation GmbH, ergänzte: „Für uns ist nach wie vor der promovierte Chemiker als Laborleiter in der Forschung unverzichtbar. Für einen Master sehen wir auch Chancen, interessant ist die Kombination Chemie Bachelor mit Business Master. Die Berufsaussichten reiner Bachelor-Absolventen sind noch schwer zu beurteilen.“

Sehr gute allgemeine Fachkenntnisse, unabhängig ob in einem Diplom- oder Masterstudiengang erworben, stehen auch bei der Wacker-Chemie GmbH an erster Stelle des Anforderungsprofils. Sie sollten idealerweise auch über Basiskenntnisse in Betriebswirtschaft verfügen und von marktrelevanten Zusammenhängen gehört haben. Sie sollten überzeugend präsentieren können, über Fremdsprachenkenntnisse verfügen und weltweit einsatzbereit sein. „Exzellente Kandidaten lassen wir uns nicht entgehen, unabhängig davon, ob gerade eine freie Stelle verfügbar ist, denn die Grundlagenforschung wurde in den letzten Jahre tendenziell eher verstärkt. Und von den meisten deutschen Hochschulen gibt es nach wie vor exzellente Chemiker“, sagte Dr. Rudolf Staudigl, Mitglied der Wacker-Geschäftsführung.

Henkel sieht Innovationen als strategisches Instrument und stellt dazu langfristig Ressourcen bereit. „Wir müssen den jungen Menschen Mut zusprechen, positiv zu denken“, sagte Dr. Wolfgang Gawrisch, CTO Forschung/Technologie der Henkel KGaA. Bei Henkel begrüßt man die Einrichtung von Bachelor- und Master-Studiengängen. Das Unternehmen bietet schon heute Einstellmöglichkeiten für Absolventen mit Bachelor- und Master-Abschluss, z.B. in der Produktentwicklung oder im technischen Außendienst. *Dr. Renate Hoer*

Trendbarometer Förderungen

- Biologen und Informatiker der Universität Bielefeld suchen nach Verfahren einer **automatischen Lokalisierung des Proteoms** in lebenden Zellen. Dies soll auch als Grundlage für die Erschließung neuer Wirkstoffe dienen. Gefördert wird das dreijährige Projekt mit 800 000 Euro vom BMWF und Mitteln aus der Industrie, gesamt 1,2 Mio. Euro.
- Umweltbelastungen und Naturzerstörung reduzieren zunehmend die **Biodiversität**. Seit 2002 wird in Jena die Bedeutung von Biodiversität für die Stoffkreisläufe in Ökosystemen von Arbeitsgruppen aus den Bereichen Hydrologie, Biogeochemie, Bodenkunde, Botanik, Zoologie und Agroökologie untersucht. Die DFG fördert dieses europaweit größte Projekt seiner Art von 2002-2005 mit 2,5 Millionen Euro. Geplant ist eine Laufzeit von zehn Jahren.
- Die zwölf neuen **Schwerpunktprogramme** aus Gebieten der Natur- und Geisteswissenschaften, die die DFG ab Anfang 2005 fördern wird, beschäftigen sich mit Themen wie Betonverarbeitung, Kulturen im Mittelalter, Astrophysik oder Verwandtschaftsverhältnissen von Tieren. Der Senat der DFG wählte sie aus 80 Anträgen aus und unterstützt sie in den ersten zwei Jahren mit insgesamt 32,6 Millionen Euro.
- Wolf-Michael Catenhusen, Staatssekretär im BMBF, hat am Dienstag die Förderung von rund 300 neuen Forschungsprojekten im **Nationalen Genomforschungsnetz** (NGFN) bekannt gegeben. Für diese zweite Phase des 2001 gestarteten NGFN stellt das BMBF in den kommenden drei Jahren 135 Millionen Euro zur Verfügung.
- Das BMBF ebnet der **Mikroverfahrenstechnik** in den kommenden drei Jahren mit rund 15 Millionen Euro den Weg in die industrielle Praxis. Damit sollen die Weichen für den Einsatz besonders ressourcenschonender, sicherer und kostengünstiger Entwicklungs- und Produktionsmethoden in der Chemie und Pharmazie gestellt werden. Der Förderungsschwerpunkt ist Teil des Rahmenprogramms Mikrosysteme, das im Februar dieses Jahres gestartet ist.
- Rund 700 000 Euro erhält das Institut für Physikalische Chemie der Universität Göttingen für den Betrieb eines Grossgerätes zur Erforschung von Materie, das **Neutronen-Dreiachsenspektrometer PUMA**. Die Fördermittel werden vom BMBF für die Jahre 2004 bis 2007 zur Verfügung gestellt, nachdem der Bund die Entwicklung von PUMA in den vergangenen sechs Jahren bereits mit 2,7 Millionen Euro finanziert hat. Das Spektrometer ist an der neuen Forschungsneutronenquelle Garching FRM-II installiert.
- Der Unternehmer Dr. Branco Weiss schenkt der ETH Zürich 23 Millionen Franken für den Bau des neuen **Forschungs- und Lehrlabors für Informationswissenschaften** auf dem ETH-Campus Hoenggerberg. Dort wird in den nächsten Jahren „Science City“ gebaut.
- Das BMBF fördert 13 neue Projekte in der **Nanobio-technik** mit zehn Millionen Euro. Die Themenpalette reicht von neuartigen Hochdurchsatzverfahren für die automatisierte Wirkstoffsuche über den Einsatz von Nanopartikeln bei der Krebsbehandlung bis hin zu biofunktionalen Schichtsystemen für Medizintechnik.

Der Verband deutscher Biologen feiert seinen 50. Geburtstag Ausbildungsfragen bilden Schwerpunkt

Vor nunmehr 50 Jahren wurde der Verband deutscher Biologen (vdbiol) aus der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNA) heraus gegründet. Der vdbiol hat sich seitdem zur größten überfachlichen Vereinigung in den Biowissenschaften entwickelt und repräsentiert knapp 6000 Mitglieder und weitere rund 15 000 Personen innerhalb der korporativen Mitglieder des vdbiol.

Der vdbiol ist dabei ganz bewusst nicht den Interessen einzelner Fachrichtungen verpflichtet, sondern allen Biologen und Biologinnen sowie allen Biowissenschaftlern und Biowissenschaftlerinnen gleichermaßen. Der Verband hat deshalb auch zahlreiche Fachgesellschaften als Mitglieder und sich vor fünf Jahren den Namenszusatz „...und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften“ gegeben. Damit ist der vdbiol für alle offen, die sich der Biologie oder den Biowissenschaften allgemein zugehörig fühlen.

Einen Schwerpunkt seiner Aktivitäten legte der vdbiol gleich nach der Gründung auf die Einrichtung und Entwicklung des Schulunterrichtsfaches Biologie, denn nur die Schule kann frühzeitig das bei allen Kindern vorhandene Interesse an Lebensvorgängen wach halten und die Vertiefung und damit das Heranwachsen von qualifiziertem Nachwuchs für Wissenschaft und Industrie fördern. Diese wichtige Aufgabe nimmt der vdbiol bis heute wahr und sie ist trotz der Erkenntnis, dass die Biowissenschaften die Leit-

wissenschaft unseres Jahrhunderts ist, nötiger denn je. Mit dem Aufkommen neuer Methoden in Biologie und Biotechnologie und den daraus resultierenden Erkenntnisstößen und Anwendungsmöglichkeiten hat der Verband seine Aktivitäten gerade in den letzten Jahrzehnten aber deutlich ausgeweitet. Neben schul- und hochschulpolitischen sowie wissenschaftsorientierten Aufgaben greift der vdbiol immer mehr auch anwendungs- und beschäftigungsorientierte Themen auf. Nicht nur die Mitgliedschaft von rund 70 Biotechnologie-Unternehmen zeigt, dass dem vdbiol die anspruchsvolle Integration des gesamten Aufgabenspektrums von der Schule bis in die verschiedenen Berufsfelder hinein gut gelungen ist. Auch nehmen Aktivitäten zur sachorientierten Auseinandersetzung zur Gentechnik breiten Raum ein. Dabei hält er mit einer Abteilung der freiberuflichen Biologen und mehreren Consulting-Unternehmen die nicht immer einfache Balance auch zu den so genannten „klassischen“ Themen wie Natur- und Umweltschutz, heute neudeutsch Biodiversität genannt.

Aus gegebenem Anlaß wurde vom vdbiol auch eine Arbeitsgemeinschaft „Evolutionbiologie“ gegründet, um den verstärkten Aktivitäten kreativistischer Gruppierungen auf wissenschaftlicher Ebene zu begegnen, und die Einflussnahme des „Antidarwinismus“ auf Schule und Öffentlichkeit – wie er sich in den USA aber auch in benachbarten europäischen Ländern äußerte – zu begrenzen.

Auch strukturell hat der vdbiol auf neue Herausforderungen reagiert. Die Einrichtung einer Geschäftsstelle mit zwei Geschäftsführern in München und weiteren Mitarbeitern im Bundesgebiet stellte sicher, dass die vielfältigen Aufgaben auch gemeistert werden können. Der vdbiol legt heute nicht nur seine Mitgliederzeitung „biologen heute“ im Eigenverlag auf, sondern ist geschätzter Partner bei der Herausgabe von Publikationen wie dem „Studienführer

Biologie, Biochemie, Biotechnologie“ (Elsevier Verlag) und der Organisation von Großveranstaltungen. Erwähnt sei hier nur die Einbindung in das „Jahr der Lebenswissenschaften 2001“ aus der die fortlaufende Organisation der „Münchner Wissenschaftstage“ gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung in den folgenden „Themenjahren“ erwuchs.

Mit diesen und anderen Aktivitäten trägt der vdbiol in erheblichem Maße auch zur fundierten Information der breiten Öffentlichkeit bei und nicht ohne Stolz schreibt sich auch der vdbiol eine Portion der heutigen Situation zu, in der es für Forscher eine Selbstverständlichkeit ist, der Bevölkerung allgemein verständlich Ziele, Ergebnisse und die Bedeutung der eigenen Forschung nahezubringen.

Einen Schwerpunkt der Arbeit des vdbiol bildet die „Karriereberatung“ vom Beginn der Ausbildung bis zum Berufseinstieg und darüber hinaus. Auch deshalb ist die aktive Einflussnahme des Verbandes auf Reformen in Schule und Hochschule notwendig. Großen Zuspruch erfährt die online Jobbörse Bioberufe.de, die sich in nur 3 Jahren zum wichtigsten Portal für die Jobvermittlung in den Biowissenschaften entwickelt hat. 100.000 Besuche im Monat sprechen für dieses branchenspezifische Angebot, das neben Stellenausschreibungen auch Platz bietet für die eigene Bewerbung und viel Zusatzinformationen liefert von Praktikum, Bewerbung, Gehaltsvorstellungen, Firmenporträts bis hin zu Weiterbildungsangeboten.

Die politische Arbeit des vdbiol schlägt sich u.a. in Stellungnahmen zu Tier- und Umweltschutzgesetzgebung oder zum Gentechnikgesetz nieder. Besonders in der ständigen Novellierung des Hochschulrahmengesetzes ist der vdbiol aktiv eingebunden sowie Berater bei Reformen der Lehrpläne und Strukturen an den Schulen.

Dr. Georg Käeb, Dr. Carsten Roller



Angebot an die Leserinnen und Leser

Buch besprechen? Ja bitte!

Liebe Leserinnen und Leser, das Angebot an neuen Fachbüchern ist so groß, dass wir Sie bitten, uns bei der Auswahl der zu besprechenden Titel zu helfen.

Und nicht nur bei der Auswahl: Bitte nennen Sie uns einen Titel,

den Sie gerne besprechen möchten! Wir lassen Ihnen dann kostenfrei das entsprechende Buch zukommen. Dann lassen Sie uns bitte wissen, welchen Eindruck Sie von dem Buch haben. Dabei geht es einerseits um formale Kriterien

(Lesbarkeit, Abbildungen, Farbe, Preis/Leistung), andererseits um inhaltliche Bewertungen. Diese können einmal in Bezug auf den eigenen Anspruch des Buches abgegeben werden. Dazu geben Herausgeber und Verlag im Vorwort bzw. im Begleitschreiben Hinweise. Besonders interessant ist es, wenn Sie aus Ihrer Erfahrung heraus noch einen Vergleich zu anderen Werken oder zu anderen Darstellungsweisen ziehen können.

Solch eine Besprechung sollte selbst keinen Romanumfang haben; etwa 3000 Zeichen sollten schon einen guten Eindruck vermitteln (das ist ca. eine halbe Druckseite). Natürlich bleibt das Buch Ihr Eigentum.

Bitte senden Sie bei Interesse Ihren Buchwunsch einfach per e-Mail an service@clb.de (oder faxen/schreiben Sie uns). Als eine erste Auswahl haben wir nebenstehend eine Liste angegeben. Listennummer und Buchtitel sind ausreichend für unsere Lieferung an Sie. Wir freuen uns auf Ihre Besprechungen! *Rolf Kickuth*

Hier ein erstes Angebot von Büchern zur Besprechung:

1. Peter Gründler: **Chemische Sensoren**. Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Ingenieure (Springer Verlag, 2004).
2. Burkhard Madea/Franz Mußhoff: **Haaranalytik**. Technik und Interpretation in Medizin und Recht (Deutscher Ärzte-Verlag, 2004).
3. Dieter Herrmann/Christian Spath (Herausgeber) : **Forschungshandbuch 2004**. Förderprogramme und -institutionen für Wissenschaft und Forschung (Alpha Informationsgesellschaft mbH, 2004).
4. E. L. Wolf: **Nanophysics and Nanotechnology** (Wiley-VCH, 2004).
5. L. Deibele/R. Dohrn: **Miniplantentechnik** in der Prozessindustrie (Wiley-VCH, 2004).
6. H.-G. Elias: **An Introduction to Plastics** (Wiley-VCH, 2004).
7. H. Hein/W. Kunze: **Umweltanalytik mit Spektrometrie und Chromatographie**. Von der Laborgestaltung bis zur Dateninterpretation (Wiley-VCH, 2004).
8. GDCH/NAW (Herausgeber): **Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung**. (2004).
9. **Wegweiser Gefahrstoffe 7.0**. Alle aktuellen Grunddaten und Einstufungen. Software für PDAs mit jährlichem Update-Service. (Universum Verlag, 2004).
10. Jürgen H. Gross: **Mass Spectrometry** (Springer Verlag, 2004).
11. Ramaier Narayanaswamy/Otto S. Wolfbeis: **Optical Sensors** (Springer Verlag, 2004).
12. Bernd W. Wenclawiak/Michael Koch/Evsevios Hadjicostas (Herausgeber): **Quality Assurance in Analytical Chemistry**. Training and Teaching (Springer Verlag, 2004).
13. Terence N. Mitchell/Burkhard Costisella: **NMR – From Spectra to Structures**. An Experimental Approach (Springer Verlag, 2004).
14. Johann Gasteiger: **Handbook of Chemoinformatics**. From Data to Knowledge (Wiley-VCH, 2004).
15. Rainer Brüggemann/Ute Drescher-Kaden: **Einführung in die modellgestützte Bewertung von Umweltchemikalien**. Datenabschätzung, Ausbreitung, Verhalten, Wirkung und Bewertung (Springer Verlag, 2004).
16. Dirk Flottmann/Detlev Forst: **Chemie für Ingenieure**. Grundlagen und Praxisbeispiele (Springer Verlag, 2004).
17. Winfried Gräf: **Maschinensicherheit**. Auf der Grundlage der europäischen Sicherheitsnorm (Hüthig Verlag, 2004).
18. T. Heimer/M. Werner: **Die Zukunft der Mikrosystemtechnik** (Wiley-VCH, 2004).
19. Bing Yan: **Analysis and Purification Methods in Combinatorial Chemistry** (Wiley-VCH, 2004).
20. K. Mädefessel-Herrmann/F. Hammar: **Mit der Chemie durch den Tag** (Wiley-VCH, 2004).
21. G. H. Vogel: **Lehrbuch Chemische Technologie** (Wiley-VCH, 2004).
22. T. F. Tadros: **Applied Surfactants**. Principles and Applications (Wiley-VCH, 2004).
23. M. Baerns: **Basic Principles in Applied Catalysis** (Springer Verlag, 2004).
24. H. F. Ebel/C. Bliefert/W. E. Russey: **The Art of Scientific Writing** (Wiley-VCH, 2004).
25. H. Bürkle: **Karrierefürer für Chemiker** (Wiley-VCH, 2004).

Proteine, Gene und Hormone

Künstliche Hüllproteine aus Bestandteilen von Polyomaviren können Wirkstoffe in lebende Zellen transportieren. Wissenschaftler der responsif GmbH stellten biotechnisch ein Hüllprotein sowie ein Ankerprotein her, an das verschiedene Substanzen gekoppelt wurden, beispielsweise Methotrexat. Unter geeigneten Rahmenbedingungen bilden die einzelnen Bestandteile vollständige Proteinhüllen und umschließen dabei die eingesetzten Substanzen.

Für Morbus Crohn, eine chronisch entzündliche Darmerkrankung, ist eine weitere genetische Ursache entdeckt worden. Forscher des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) in Kiel entdeckten ein Gen für das Eiweiß DLG5, das im Stützgerüst von Zellen der Darmschleimhaut vorkommt. Es bildet eine schützende Barriere gegen Krankheitserreger und körperfremde Stoffe. Der Austausch eines einzigen Gen-Buchstaben im DLG5-Bauplan erhöht die Wahrscheinlichkeit einer chronischen Darmentzündung um 50 Prozent.

Der chinesische Markt für chemische Erzeugnisse

Liberalisierung der chinesischen Wirtschaft

China ist der Wachstumsmarkt der Zukunft. Das gilt auch für seine chemische Industrie, einen der Hauptpfeiler der chinesischen Wirtschaft. Die Branche soll nach einer Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan in diesem und im nächsten Jahr um jeweils rund neun Prozent wachsen.

Seit Chinas Beitritt zur WTO im September 2001 müssen sich die chinesischen Chemieunternehmen zunehmend dem internationalen Wettbewerb stellen. Dadurch sind sie jetzt aber auch in der Lage, die Vorteile einer globalisierten Wirtschaft zu nutzen. Verglichen mit europäischen und US-amerikanischen Chemieunternehmen hat die Produktivität chinesischer Unternehmen noch nicht das internationale Niveau erreicht. Andererseits haben zunehmende ausländische Investitionen den einheimischen Unternehmen bereits dabei geholfen, weltmarktfähige Produkte zu entwickeln. Fusionen kleinerer Chemieunternehmen mit größeren Kontrahenten werden erwartet. Gleichzeitig dürfte die Öffnung des Finanzsektors den einheimischen Chemieunternehmen mehr Möglichkeiten geben, ausländische Direktinvestitionen zu erhalten, einheimische Fi-

nanzierungskanäle auszubauen und die Finanzierungskosten zu senken. Die Abschaffung von Importzöllen birgt für die chinesische Chemiebranche sowohl Chancen als auch Risiken. So ermöglicht beispielsweise die Senkung der Importsteuer auf Benzin und Brennstoffe von neun auf fünf Prozent billigere Importe, wodurch das Risiko einer geringeren Nachfrage nach Produkten einheimischer Chemieunternehmen steigt. Umgekehrt führt die Abschaffung von Einfuhrzöllen auf Rohstoffe, Technologien und Ausrüstungen auch zu einer Senkung der Produktionskosten, zu beschleunigter Produktinnovation und zu Exporten höherer Qualität. Und der Export von Kunststoffen und Textilien dürfte nicht zuletzt deshalb zunehmen, weil die USA die Hürden für Importe aus China senken. Obwohl damit gerechnet wird, dass die Importzölle auf über 1100 Chemikalien ab 2005 von 14,74 Prozent auf etwa sieben Prozent sinken, wird die einheimische Produktion weiterhin zahlreiche Vorteile bieten. Dazu zählen die niedrigen Produktionskosten in China ebenso wie die Vermeidung der mit einem Import verbundenen Transportkosten.

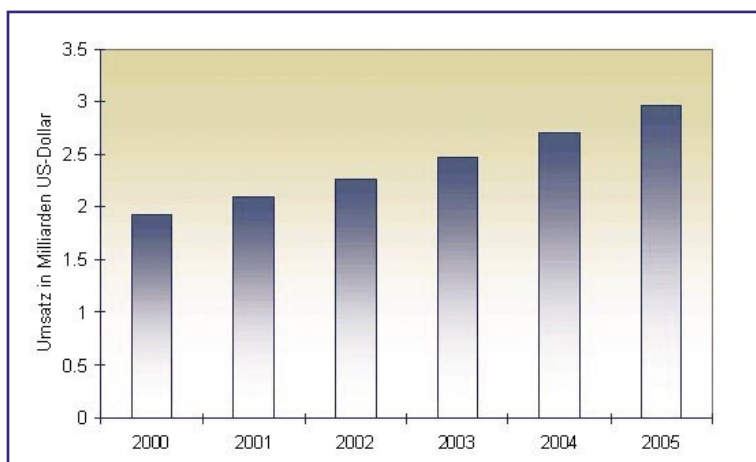
Auch ausländische Chemieunternehmen können von den niedrigen Produktionskosten profitieren, wenn sie Fertigungsaktivitäten nach China verlagern. Gleichzeitig können sie sich auf dem chinesischen Markt positionieren, um in vielen Anwendersegmenten Angebotslücken auszunutzen, die die einhei-

mischen Chemieunternehmen noch nicht abdecken können. So bietet beispielsweise der Markt für Chemikalien hoher Qualität und Reinheit wie ultrareine biochemische und organische Reagenzien, die von den chinesischen Pharmaunternehmen benötigt werden, Potenzial für ausländische Anbieter.

Ähnliche Aussichten bestehen in der Agrochemie, die Dünger und Pflanzenschutzmittel zur Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge liefert. Hier haben ausländische Unternehmen große Chancen, das Spektrum von Zusatzstoffen wie oberflächenaktiven Substanzen und Lösungsmitteln zu erweitern.

Positiv für ausländische Investoren wäre auch die Aufhebung von Vertriebsbeschränkungen, wodurch ausländische Firmen eigene Vertriebsnetze aufbauen und Rechte für den Groß- und Einzelhandelsvertrieb veredelter chemischer Produkte in China erwerben könnten. Investoren, die in den Chemikalienmarkt einsteigen wollen, müssen sich auf Technologieplattformen, lokale Wettbewerber und geltende Herstellungsnormen konzentrieren. Effektive Technologietransfers, bei denen die gewerblichen Schutzrechte für den Entwicklungs- und Fertigungsprozess gewahrt werden, dürften der erste Schritt zu einer erfolgreichen Produktion vor Ort sein. „Um ihre gewerblichen Schutzrechte zu sichern, müssen ausländische Firmen entweder 100%ige Tochterunternehmen gründen oder mit Direktimporten arbeiten. Alternativ könnten sie Kernkomponenten zur Weiterverarbeitung in China direkt importieren und so von den niedrigen Arbeitskosten und anderen einheimischen Ressourcen profitieren, während sie gleichzeitig ihre Schlüsseltechnologien schützen“, schließt Wang.

Umsatzprognose für die agrochemische Industrie in China bis 2005 (Frost & Sullivan).



Zukunftsperspektiven der Labordienstleistungsbranche

Lieber Ausweichler als Kämpfer?

Mit dem Motto „Privatwirtschaftliche Dienstleistungslaboratorien am Markt der Zukunft“ war die 11. Jahrestagung des Deutschen Verbandes Unabhängiger Prüflaboratorien (VUP) überschrieben, die vom 18. bis 20. März 2004 in Potsdam stattfand. Fazit: Nischenanbieter haben gute Chancen zu überleben.

Neben den Mitgliedern des Verbandes konnte VUP-Präsident Dr. Klaus-Peter Lörcher erfreut auch eine beachtliche Zahl von Unternehmern der Branche begrüßen, die sich bisher noch nicht zu den Verbandsmitgliedern zählen.

Besonderer Höhepunkt auf dem Programm war die Diskussionsveranstaltung „Dienstleistungslaboratorien am Markt der Zukunft“, bei der es dem VUP gelungen war, die Spitzen der Marktgrößen Institut Fresenius AG (Taunusstein), Agrolab Holding GmbH (Oberhummel) und UCL GmbH (Lünen) sowie des repräsentative „Spezialitätenlabor“ HHAC Labor Dr. Heusler GmbH (Stutensee) für das Podium zu gewinnen.

Nachdenkliche Stille und provokante Diskussionsbeiträge aus dem Publikum wechselten, nachdem die Podiumsteilnehmer ihre Vorstellung von der Entwicklung des Marktes vorgestellt hatten: „Es gibt Kämpfer, die sich dem Wettbewerb stellen, und Ausweichler, die ihre Zukunft als Spezialitätenlabors in Marktnischen sehen“, war der einhellige Tenor zu den gegenwärtigen Strategien auf dem Markt. „Von zehn Kämpfern bleiben dabei vielleicht zwei übrig. Umgekehrt wird es sich bei den Ausweichlern verhalten, wo acht von zehn überleben könnten“, ist die Vision von Dr. Rudolf Becker-Kaiser (UCL GmbH). „Mittelgroße Unternehmen werden aufgrund ihrer Kostenstruktur die größeren Probleme haben, sich unter den „Kämpfern“ zu behaupten“, stellt

Werner Unger (Institut Fresenius AG) ergänzend fest.

Marktchancen sieht Dr. Hermann Heusler besonders für die „Ausweichler“ im Outsourcing der Konzernlaboratorien. Dabei erscheinen die Segmente Lebensmittel- und Produktprüfung besonders interessant. Für den Bereich der pharmazeutischen Untersuchungen sieht er für Einsteiger zu hohe Marktzugangsbarrieren, die aus den besonderen Qualitätsanforderungen resultieren.

Die Hoffnung, die Preisschlacht werde in den nächsten Jahren zum Stillstand kommen, versucht Dr. Paul Wimmer (Agrolab Holding GmbH) zu zerstreuen. Viele Unternehmer hingen mit dem Herzblut an ihrem Geschäft. Aus dieser Mentalität resultiere, dass viele ihre Augen verschlossen, von der Substanz lebten und ihr erwirtschaftetes Vermögen langsam verbrauchten. „Die Marktbereinigung wird daher erst dann konsequent erfolgen, wenn sich das Problem durch fehlende Nachfolger „biologisch“ regelt“.

Die VUP-Jahrestagung wandte sich auch in diesem Jahr an Unternehmer und leitendes Fachpersonal. Zielgruppenorientiert standen Workshops zu unternehmerischen Fragestellungen („Marketing und Pricing-Strategien“, „Existenzbedrohende Verknappung der Kredite“) und zum Themenkomplex „Umwelt- und Innenraumanalytik“ im Angebot. In letzterem stellte der VUP sein neues Merkblatt „Qualitätssicherung bei Innenraumuntersuchungen“ erstmalig vor.

Neben den Rechenschaftsberichten aus den zahlreichen Verbandsgruppen setzte sich die abschließende satzungsgemäße Mitgliederversammlung auf Anregung des Präsidenten Dr. Lörcher intensiv mit den Zielen und der Notwendigkeit der Lobbyarbeit für die Branche auseinander. Weiterer Punkt nach Abschluss der 2-jähri-

gen Amtsperiode waren die Wahlen zum Präsidium.

Für die aus dem VUP-Präsidium auf eigenen Wunsch ausscheidende bisherige Vizepräsidentin Auguste Bruch (Aachen) wurde Dr. Gero Beckmann (Bad Bocklet) gewählt. Beckmann wird sich zudem auch weiterhin für den Verband als Vorsitzender des Bundesfachausschusses (BFA) „Pharmazeutische Untersuchungen“ und als kommissarischer Vorsitzender des BFA „Lebensmittel & Bedarfsgegenstände“ engagieren.

Die übrigen VUP-Präsidiumsmitglieder wurden einstimmig in Ihren Ämtern bestätigt: Dr. Klaus-Peter Lörcher (Ludwigsburg, Präsident), Petra Harkányi (Schwarze Pumpe, Vizepräsidentin) Dr. Knut Hörnig (Wolmirstedt, Vizepräsident), Dr. Johann Rietzler (Nürnberg, Vizepräsident) und Tilman Burggraef (Wesseling bei Köln, Schatzmeister). *Sven Deeg*

Sensoren und Biochips

Das Autofluoreszenzverhalten der verschiedenen Gewebearten macht sich ein neues optisches Überwachungssystem für die Fleischverarbeitung zu nutze. Berührungslos und in Echtzeit erfasst es die Produktparameter im laufenden Betrieb. Forscher des Fraunhofer IPA entwickelten optische Sensoren, die zwischen Muskelgewebe, Fettgewebe und Knochen differenzieren. Mit ihnen lassen sich Zerlegeprozesse online steuern, um die Ausbeute zu steigern oder in der Qualitätskontrolle Produkte auf Knochensplitter oder Fremdkörper, sowie auf Frische zu überprüfen.

Die Qualität von Lebensmitteln kann durch Sensorensysteme, den „elektronischen Zungen“, überwacht werden. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe testen mit dem Messverfahren der zyklischen Voltametrie, ob ein Saft vergoren oder gepanscht ist. Sie untersuchen chemisch komplexe Gemische wie Multivitaminensaft in Sekunden. Sieben verschiedene Apfelsäfte unterscheidet die Feinschmecker-Elektrode aus Gold in ersten Tests problemlos.

Elastische Miniaturabsperrventile für gefährliche Flüssigkeiten



Flow-Control-Spezialist Bio-Chem Valve hat inerte Perfluorelastomer-Miniaturabsperrventile für aggressive, schwebstoffhaltige und hochreine Flüssigkeiten in wissenschaftlichen und medizinischen Geräten entwickelt. Mit diesen innovativen Magnetventilen, die in Europa über Omnifit erhältlich sind, können OEM-Hersteller Produkte für Flüssigkeiten entwickeln, die normale Ventildichtungen beschädigen würden.

Die Ventile haben einen Durchmesser von nur 19 mm und eine Höhe von 48 bis 60 mm und bestehen aus inerten und dennoch elastischen Perfluorelastomer-Polymer-Membranen und einem PEEK-Gehäuse. Hierdurch wird eine hochwertige Dichtung mit verbessertem Schutz vor Schäden durch Schwebstoffe gewährleistet. Die Ventile sind zuverlässig, haben ein niedriges Innenvolumen, kurze Ansprechzeiten, Spulen, die sich für den Dauerbetrieb eignen, ein

langes Zyklusleben und eine niedrige Leistungsaufnahme.

Die Ventile sind als in Ruhestellung geöffnete Durchgangsventile und als Dreiwegeventile lieferbar. Für Membran und Ventilgehäuse stehen verschiedene Materialien zur Auswahl. Durchfluss und Druck können je nach Anforderung variiert werden. Außerdem können die Ventile zusammen mit dem von Bio-Chem patentierten Modulsystem eingesetzt werden, um Entwicklungskosten und Aufbauzeiten bei Design und Herstellung von Instrumenten zu senken. Die Firmen Bio-Chem Valve und Omnifit bieten Complete Fluid System Solutions, ein komplettes Programm an Komponenten zur Handhabung inerter Flüssigkeiten, an.

Omnifit Ltd

Tel +44 (1)1223 416642

www.omnifit.com

Innovativer Filter Test-Kit und Filterhalter

Mit dem innovativen Turbo-Filter Test Kit bietet Schleicher & Schuell MicroScience GmbH Labormitarbeitern die Möglichkeit, innerhalb von wenigen Minuten die optimale Papiersorte für eine bestimmte Anwendung zu ermitteln. Der Einsatz

des richtigen Filtrierpapiers kann in der täglichen Laborroutine über 50 Prozent Zeit sparen. Das Kit enthält fünf verschiedene Sorten qualitativer Faltenfilter, ein Handbuch sowie einen digitalen Labor-Timer. Als besonderes Highlight enthält das Test Kit eine CD mit einem Video, das Schritt für Schritt zeigt, wie das Test Kit eingesetzt wird.

Der Filterhalter Roby 25/GF55 eignet sich für die Klarfiltration von wässrigen und organischen Proben. Besonders bei der Probenvorbereitung von gelösten Gelatinekapseln bietet dieser Filter klare Lösungen und keine Adsorption. Der integrierte, sehr fein filtrierende ($\geq 0,7$ Mikrometer) Glasfaserfilter GF55 entfernt feinste Trübungen und verstopft nicht. Die Geometrie des 25 Millimeter Filterhalters passt in alle vollautomatischen Prüfsysteme für unbeaufsichtigte Serien-Freiset-

zungsprüfungen (Workstation von Sotax, Varian oder Zymark). Roby 25/GF55 schützt photometrische Analysengeräte oder die HPLC. Roby 25 gibt es auch mit integrierten Membranfiltern beziehungsweise mit Membranfilter/Glasfaserkombinationen.

Schleicher & Schuell MicroScience GmbH

37586 Dassel

Tel +49 5561 791 427

www.schleicher-schuell.de



Scheibenzentrifuge zur Korngrößenbestimmung

Die Scheibenzentrifuge von CPS wird zur Charakterisierung verschiedenster Proben im Messbereich von wenigen Nanometern bis zu etwa 50 Mikrometer eingesetzt. Das System arbeitet mit maximal 24000 Umdrehungen pro Minute und reduziert dadurch die Analysezeit gegenüber herkömmlichen Scheibenzentrifugen.

Die Scheibenzentrifuge wird im Forschungs- und Entwicklungslabor genauso eingesetzt wie in der Routinekontrolle in der Qualitätssicherung. Im ersten Fall schätzen die Kunden besonders die hohe Empfindlichkeit und Auflösung. In der Qualitätssicherung sind Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit, sowie Vertrauen in die Ergebnisse besonders wichtige Kriterien.

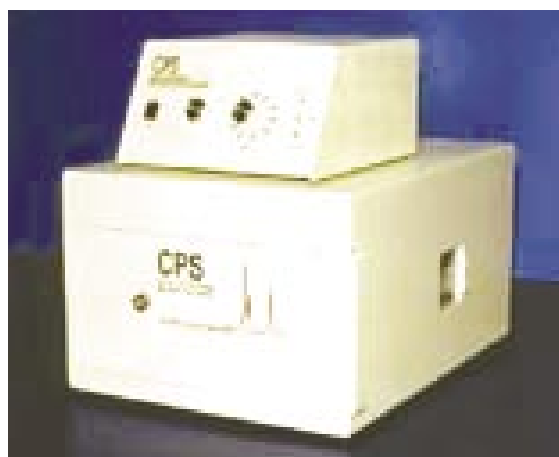
Typische Anwendungen sind die Korngrößenmessung an Pigmenten, Farb- und Leuchtstoffen, Viren, Zellen, Proteinen, Tonern, Füllstoffen, Polymeren und Schleifmitteln.

Aufgrund der Genauigkeit wird die Scheibenzentrifuge sogar zur Charakterisierung von Standardpartikeln genutzt. Prinzipiell kann das System überall eingesetzt werden, wenn Partikel in einer Flüssigkeit dispergiert vermessen werden.

Die Standard PMMA Disc wird für wasserbasierende Messungen benutzt. Die einfache Reinigung steht hier im Vordergrund. Die Disc für Lösungsmittel erlaubt die Verwendung von DMF, DOP, Methanol, Ethanol, Toluol, MEK, MIBK, Methylchloroform und Xylen als Dispersionsmedium. Die Low Density Disc wird für die Größenanalyse von Partikeln eingesetzt, deren Dichte geringer als die der Trägerflüssigkeit ist. Die Speed Ramping Option für alle Discs (einschließlich der lösemittelbeständigen Disc) hilft, die Messzeit zu reduzieren und die Messbereichsdynamik zu erhöhen. So kann fast jedes Partikel genau in der Flüssigkeit vermessen werden,

die auch in der Produktion oder im normalen Laborgebrauch eingesetzt wird. Natürlich können auch nicht lösemittelbasierende Proben in der lösemittelbeständigen Disc vermessen werden.

L.O.T.-Oriol GmbH & Co. KG
64293 Darmstadt
Tel 06151 8806 497
www.LOT-Oriol.com/de



Fluoreszenztest für Apoptose

Ein schneller und praktischer Test für Apoptose ist das neue Vybrant Apoptose-Assay-Kit Nr. 10 von Molecular Probes. Es besteht aus rekombinantem Annexin V - konjugiert zu Allophycocyanin (APC), C12-Resazurin und dem grünen SYTOX Färbemittel. Apoptotische Zellen weisen eine dunkelrote Fluoreszenz, mittelorange Fluoreszenz und keine grüne Fluoreszenz auf. Die Zellen mit später Apoptose weisen eine intensive dunkelrote und grüne Fluoreszenz und etwas orangefarbenen Fluoreszenz auf. Umgekehrt weisen lebende Zellen wenig oder keine grüne oder dunkelrote Fluoreszenz auf, aber es besteht eine bedeutende Fluoreszenz im orangefarbenen Kanal. Diese Populationen können einfach mit Hilfe eines Durchflusszytometers unterschieden werden. In apoptotischen Zellen wird Phosphatidylserin (PS) von der inneren zur

äußeren Schicht der Plasmamembran verlagert, wodurch es der Umgebung ausgesetzt wird. Das humane vaskuläre Antikoagulans Annexin V ist ein von 35-36 kDa Ca^{2+} abhängiges, phospholipidbindendes Protein mit einer hohen Affinität für PS. Mit Fluorophor oder Biotin markiertes Annexin V kann apoptotische Zellen durch Anbinden an PS, das an der äußeren Schicht freigelegt ist, identifizieren. Das grüne SYTOX Färbemittel durchdringt keine lebenden und frühen apoptotischen Zellen, färbt aber apoptotische Zellen im späten Stadium mit intensiver grüner Fluoreszenz. Das nicht fluoreszierende C12-Resazurin wird durch lebensfähige Zellen auf das orangefarbene, fluoreszierende C12-Resorufin reduziert. Resazurin wird weithin zur Feststellung der metabolischen Aktivität vieler verschiedener Zelltypen verwendet, von Bakterien bis hin zu höheren Eukaryoten.

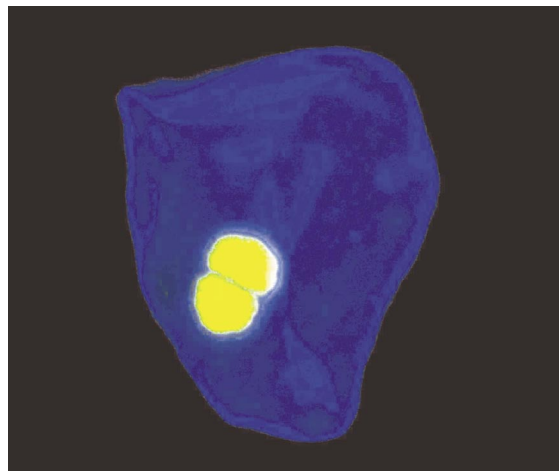


Foto: Humane Mundschleimhautzellen mit Alexa Fluor 350 Weizenkeimagglutinin markiert und mit grünem Nukleinsäure-Färbemittel SYTOX gefärbt. Das Bild mit mehrfacher Belichtung entstand mithilfe von Bandpassfilter-Sets, die für DAPI und Fluoreszein geeignet sind.

Molecular Probes Europe BV
2333 AA Leiden, Niederlande
Tel +31 71 524 1894
Fax +31 71 524 1883
www.probes.com

Applied Biosystems sponsert Preis in der Massenspektrometrie

Der deutsche Forscher Prof. Dr. Michael Przybylski erhielt die, von Applied Biosystems gesponserte Auszeichnung zur Würdigung jener, die einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung und Anwendung der Massenspektrometrie in der Biowissenschaft geleistet haben. Prof. Dr. Przybylski, der Leiter des Labors für analytische Chemie an

der Universität Konstanz ist, wurde von einem wissenschaftlichen Sachverständigenrat in Anerkennung seiner Arbeit auf dem Gebiet der Proteinanalyse gewählt. Der Sachverständigenrat wurde vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Massenspektrometrie ernannt. Den Vorsitz führte Prof. Dr. Jasna Peter-Katalinic, die seine Arbeit in ihrer Ansprache würdigte: „In den letzten beiden Jahrzehnten hat die Massenspektrometrie wichtige Entwicklungen durchgemacht, und ihre Anwendung in der Genomik und Proteomik hat die biowissenschaftliche Forschung revolutioniert. Neuartige Konzepte ermöglichen jetzt die Anwendung der Massenspektrometrie auf dynamischere Weise, und Prof. Dr. Przybylski trug zu diesen Entwicklungen von Anfang an bei. In den 80er Jahren benutzte er Plasmadesorptionsmassenspektrometrie für die Analyse intakter Biopolymere,

und in den letzten Jahren hat er an der FTICR- (Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance) Massenspektrometrie gearbeitet. Die Ergebnisse seiner Arbeit vermittelten außergewöhnliche Einblicke in die biologisch aktiven Konformationen von Proteinen und ihre pathophysiologischen Veränderungen, beispielsweise im Verlauf der Alzheimer-Krankheit. Die Auszeichnung und der mit 5000 Euro dotierte Preis wurden von Prof. Dr. Peter-Katalinic anlässlich einer Feier im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH der Helmholtz-Gemeinschaft in Deutschland überreicht. Applied Biosystems gratuliert Prof. Dr. Przybylski herzlich und wünscht ihm auch zukünftig viel Erfolg.



Von links nach rechts: Professor Dr Jürgen Grotemeyer, University of Kiel; Professor Dr Jasna Peter-Katalinic, University of Münster; Professor Dr Michael Przybylski, University of Konstanz, Dr Holm Sommer, Applied Biosystems.

Applied Biosystems Europe

Tel +44 0 1925 825650

Fax +44 0 1925 282502

<http://europe.appliedbiosystems.com>

API 4000 LC/MS/MS-Massenspektrometer in der Drogenfahndung

Die Analytik-Abteilung des St. George's Hospital Medical School in London hat ein API 4000 LC/MS/MS System von Applied Biosystems gekauft, ergänzend zu den bereits existierenden Massenspektrometern, um ihre Servicequalität

zu verbessern. Dr. David Holt, Direktor der Einheit, erklärt: „Unsere Arbeit ist eher ungewöhnlich, da wir ein Hochschul-internes Forschungslabor sind. Wir betreiben Bioanalytik für Pharmafirmen, Medikamentenentwicklung und entwickeln auch Prüfmethode für Standard-Testverfahren in Pharmastudien. Wir benutzen LC/MS/MS Systeme für forensische Toxikologie, speziell bei Freizeitdrogen und Drogen-induzierten Sexualverbrechen. Da es leider in den letzten Jahren eine Tendenz zu hochwirksamen Niedrigdosis-Drogen gab, wurde es zunehmend schwieriger, diese mit konventionellen Techniken zu analysieren. Deshalb schafften wir uns vor fünf Jahren das erste API 2000 LC/MS/

MS System von Applied Biosystems an. Bald folgten ein zweites API 2000 und schließlich das API 4000 System, letzteres wegen der noch höheren Sensitivität. Es ist das zur Zeit beste Instrument auf diesem Gebiet. So bekommen wir Aufträge von Pharmafirmen und können sie mit schnellen Ergebnissen für ihre Medikamentendosis-Studien an Freiwilligen beliefern.“



David Holt

Applied Biosystems Europe

Tel +44 0 1925 825650

Fax +44 0 1925 282502

<http://europe.appliedbiosystems.com>

Scanner für Medizinprodukte und Instrumente

Der MED 100 von Omnitron ist ein stationäres Lesegerät zur Identifikation von Medizinprodukten und chirurgischen Instrumenten anhand ihrer Unverwechselbaren Identifikations-Marke (UIM). Hierbei handelt es sich um einen Matrixcode, der Gegenstand eines Normungsvorhabens des DIN NI Arbeitskreises ist und durch seinen Aufbau eine weltweit eindeutige Kennzeichnung jedes einzelnen, mit UIM gekennzeichneten Ob-

jektes sicherstellt. Mit dem MED 100 kann der UIM einfach und bedienfreundlich erfasst, online in ein EDV-System übertragen und so die gesetzlich geforderte, lückenlose Rückverfolgung und Dokumentation, zum Beispiel bei Aufarbeitungs- und Sterilisationsprozessen, realisiert werden.

Qualitätsanforderungen und Prozessoptimierung, vor allem aber das Thema höchstmögliche Sicherheit, haben zur unverwechselbaren

Kennzeichnungspflicht für Medizinprodukte nach der Richtlinie 93/42/EWG geführt. Die wesentlichen Elemente sind die Struktur als 3 mm x 3 mm großer Matrixcode, entweder als Inkjet-Markierung auf Plastikmaterial oder als Laser-Code auf Metall, sowie die Abfolge der zu verschlüsselnden Daten – Dateidentifikator, ID des vergebenden Verbandes, EHBCC-Firmenkenntung und Produkt-Seriennummer. Hieraus ergeben sich UIM-Unikate für mehr als 1011 Instrumente pro Hersteller oder Institut.

Findet das Aufbringen der UIM bereits beim Hersteller von Medizinprodukten und chirurgischen Instrumenten statt, spart dies zudem den Aufwand für die Nachetikettierung in Labor, Praxis oder Krankenhausstation.



Omnitron AG
64347 Griesheim
Telefon: (06155) 60 53 14
Telefax: (06155) 87 40 12
www.omnitron-ag.de

Robuste pH- und Redox-Elektroden

Für Anwendungen beispielsweise im Bereich der Süß- und Meerwasser-aquaristik, der Trink- und Badewasseraufbereitung, in der Teichwirtschaft und zur Anbindung an transportable Messgeräte hat die JUMO GmbH & Co. KG, Fulda, eine neue Elektrodenserie entwickelt.

Die Elektroden haben einen robusten, säure- und laugenresistenten Kunststoffkörper aus Polypropylen-Oxid (PPO). Ein medienunempfindliches Polyolefin-Diaphragma und das bewährte JUMO-Gel garantieren stabile und schnelle Messwerte.

Die Elektroden können in einem Temperaturbereich von 0 bis 80 Grad Celsius eingesetzt werden und sind bis 6 bar druckstabil.

Durch das verwendete Membran-glas sind Dauermessungen im Bereich von pH 0 bis 12 sowie kurzzeitige Messungen bis pH 14 möglich. Die robuste Platinkuppe der Redox-Einstabmesskette kann für Messungen im Bereich von +/- 2000 Millivolt eingesetzt werden.

Beide Elektrodentypen (pH- und Redox-Ausführung) können je nach Art der Anwendung mit glattem N-Steckkopf (S7), mit N-Schraub-Steckkopf Pg13,5 (S8) oder als Festkabelausführung mit konfektioni-ertem Gerätestecker nach DIN 19262 oder BNC-Stecker geliefert werden. Die Ausführungen mit BNC-Stecker sind zum Beispiel direkt anschließbar an Schwimmbad- und Aquariencomputer verschiedenster Hersteller.

Die Elektroden können als OEM-Version ab 25 Stück auch mit Ihrem Firmenlogo geliefert werden.

JUMO GmbH & Co. KG
36035 Fulda
Tel 0180 3 000076
Fax 0180 3 000077
www.jumoplus.de



Biokompatibles Material

Zum Herstellen von Funktionsprototypen für die Medizintechnik, die Pharma- und die Nahrungsmittelindustrie steht von der alphacam Fertigungssoftware GmbH, Schorndorf, ein neues, biokompatibles Polycarbonat zur Verfügung. Das vom amerikanischen Hersteller Stratasys entwickelte Material mit der Bezeichnung PC-ISO erfüllt die Bio-

verträglichkeits-Anforderungen der erst im Jahr 2003 verabschiedeten internationalen Norm ISO 10993-1 ebenso wie die des höchsten amerikanischen Standards USP Class VI, und es lässt sich mit Gammastrahlen oder mit Ethylenoxid sterilisieren. Die neue Rezeptur ist in weiß sowie in einer transluzenten Einstellung verfügbar. PC-ISO lässt sich auf allen FDM-Anlagen der T-class-Baureihe von Stratasys (FDM Vantage, FDM Titan) verarbeiten. Wegen der guten mechanischen Eigenschaften lässt sich PC-ISO auch für die Kleinserienfertigung von Bauteilen für Endprodukte verwenden. Als wichtigste Anwendungsgebiete für das neue PC-ISO erwarten alphacam und Stratasys die Herstellung von Funktionsprototypen für chirurgische Instrumente und Geräte sowie von Handhabungseinrichtungen,

Verarbeitungs- und Verpackungsanlagen in der pharmazeutischen und der Nahrungsmittelindustrie. Prototypen aus dem transluzenten PC-ISO ermöglichen es, das Strömungsverhalten von Flüssigkeiten und Schüttgütern im Produktionsprozess zu beobachten. Von großem Nutzen sind transluzente Prototypen ferner bei Konstruktion, Entwicklung und Erprobung von lichttechnischen Elementen. Die FDM-Anlagen der T-class sind bürotauglich; im Betrieb ist weder eine Absaugung erforderlich noch werden gefährliche Materialien oder Hilfsstoffe verwendet.

alphacam Fertigungssoftware GmbH
73614 Schorndorf
Tel 0 71 81 92 22 0
Fax 0 71 81 92 22 100
www.alphacam.de



Analyse von Softdrinks

Die Phosphatbestimmung in Softdrinks ist jetzt 20 mal schneller mit dem PC-gesteuerten, kompakten IC-System 761 mit chemischer Suppression. Das System wurde in enger Zusammenarbeit mit der Getränkeindustrie entwickelt.

Bestimmt wird Phosphorsäure in kohlenensäurehaltigen Cola-Getränken, Sirupen und Konzentraten in Abfüllanlagen, Produktionsstätten und Labors der Qualitätskontrolle. Die neue Methode eliminiert die Probenvorbereitung für CO₂-

freie Proben praktisch vollständig, während die CO₂-haltigen vor der Injektion lediglich zu entgasen sind. Als schlüsselfertiges System ist der SD Compact IC 761 mit allem versehen, was es für die Analyse braucht: die Trennsäule Metrosep A Supp 1HS mit Metrosep RP Guard, der zertifizierte MPak-Eluent bürgt für Qualität und Kontinuität, zusammen mit den MCal-Standardlösungen liefert der MSM-II-Suppressor innerhalb des interessierenden Bereichs eine lineare Kalibrierung, einfachste Bedienung mit Metrodata-Software IC Net und IC Cap, das Ganze ist voll automatisierbar mit dem Metrohm IC Probenwechsler 766.



Metrohm
70794 Filderstadt (Plattenhardt)
Tel 0711 7 70 88 0
Fax 0711 7 70 88 55
www.metrohm.de

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

Ilse Beetz
Mikroanalytisches Laboratorium
Postfach 1104, D-96301 Kronach
Industriestr. 10, D-96317 Kronach
Tel. 09261 2426, Fax 09261 92376

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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



GERBU Biotechnik GmbH
Am Kirchwald 6, D-69251 Gaiberg
Tel. 06223 9513 0, Fax: 06223 9513 19
www.gerbu.de, E-mail: gerbu@t-online.de

DEUTERIUMLAMPEN

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



DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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



GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN

CHRIST
Gefriertrocknungsanlagen

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



STERIS®

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



HOHLKATHODENLAMPEN

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



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE

Hettich
ZENTRIFUGEN

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

Kendro®
Quality Products – Lifetime Care

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

LABORCHEMIKALIEN

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



LABOREINRICHTUNGEN

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

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

Wesemann GmbH & Co. KG
Postfach 1461, D-28848 Syke
Tel. 04242 594-0, Fax 04242 594-222
<http://www.wesemann.com>

LABORHILFSMITTEL

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



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN

Hettich
ZENTRIFUGEN

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

Kendro®
Quality Products – Lifetime Care

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

KÜVETTEN

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

SIGMA
Laborzentrifugen

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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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



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

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

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

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



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

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

ten können. Auch kleinere Teilstücke können bereits den Einbau von Aminosäuren in Proteine aktivieren. Diese RNS vermittelt also die Information von der DNS zum Ort der Proteinsynthese. Man nennt sie deshalb Messenger- oder Matrizen-RNS, abgekürzt m-RNS.

Nirenberg ging vor etwa 10 Jahren davon aus, daß die Sequenz der Basen in dieser m-RNS für die Reihenfolge der Aminosäuren in der entstehenden Kette verantwortlich ist. Wäre die Basensequenz bekannt, könnte man vielleicht aus einer Analyse des gebildeten Proteins auf den Übersetzungsmechanismus zurückschließen. Einer Sequenzaufklärung der RNS standen damals aber noch unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, genauso der Synthese einer langen Polynucleotidkette mit bekannter Sequenz.

Ein Enzym kam zu Hilfe, das 1955 von der Arbeitsgruppe von *Ochoa* in New York isoliert wurde; eine Arbeit, die ebenfalls mit dem Nobel-Preis ausgezeichnet wurde. Dieses Enzym liefert aus 5'-Ribonucleosiddiphosphaten unter Abspaltung eines Phosphatrestes ein 3'-5'-Polynucleotid. Es braucht keine Matrize, sondern nur einen Starter, der durch die Nucleotide verlängert wird. Im einfachsten Falle ist es die kleinste Di-esterinheit, ein Dinucleosiddiphosphat. Nimmt man UpU (also: Uridin-Phosphat-Uridin) und setzt Uridindiphosphat hinzu, dann entsteht UpUpUpU... in 3'-5'-Diesterbindung, also Polyuridylsäure. Zusammen mit *H. Matthaei* (jetzt in Göttingen) setzte *Nirenberg* nun diese Polyuridylsäure als künstliche m-RNS einem Ansatz aus Ribosomen und Überstand zu und gab zu diesem Ansatz die einzelnen Aminosäuren. Nur beim Phenylalanin entstand ein neues Produkt, das recht schwer löslich war und sich als Polyphenylalanin herausstellte. Eine Basensequenz von U-U-U-U... usw. enthält also das Code-Wort für die Aminosäure Phenylalanin. Bei der Polyadenylsäure entstand Polylysin und bei der Polycytidylsäure Polyprolin.

Die Nucleotid-Triplets

Wieviele Basen codieren eine Aminosäure? Zwei sind offensichtlich zu wenig, da es bei vier Basen dann nur $2^4 = 16$ Kombinationsmöglichkeiten gibt. Aber mindestens 20 Aminosäuren müssen codiert werden. Drei Basen sind also mindestens notwendig. Hierfür gab es auch Anhaltspunkte, die die Genetiker geliefert hatten. Synthetisierte man nun eine Polynucleotidkette aus 90% Uridindiphosphat und 10% Cytidindiphosphat, so konnte man erwarten, daß neben dem häufig auftretenden Triplett UUU auch CUU, UCU und UUC vorkommen würden.

Tatsächlich fand man in dem synthetisierten Peptidmaterial jetzt neben Phenylalanin auch Serin und Leucin. Auf diese Weise war es möglich, für jede Aminosäure „ihr“ Triplett von Basen anzugeben, in dem allerdings die Reihenfolge noch nicht festlag.

Geht man jetzt davon aus, daß die Aminosäure an der t-RNS gebunden ist, dann fällt es leicht zu postulieren, daß sich an der t-RNS ein Gegenteiltriplett befinden muß; dies lagert sich wieder über die bekannten Wasserstoffbrücken an das

Triplett der m-RNS an. Neben dem „Codon“ an der m-RNS muß es also ein entsprechendes „Anticodon“ an der t-RNS geben. Diese Anlagerung findet auf der Oberfläche eines Ribosoms statt, das die beiden Nucleinsäuren bindet. Bietet man jetzt, so folgerte *Nirenberg* weiter, den Ribosomen statt m-RNS nur die Triplets an, so sollten diese ebenfalls gebunden werden.

Triplets kann man in genau bekannter Basensequenz synthetisieren oder durch enzymatische Spaltung von RNS erhalten. Es gibt 64 Möglichkeiten, die 4 Basen zu je 3 zu kombinieren, die nach recht mühevoller Arbeit schließlich verfügbar waren. Es zeigte sich jetzt, daß der Zusatz eines bestimmten Triplets zu den Ribosomen zur Bindung einer t-RNS mit einer ganz bestimmten Aminosäure führt. Die nicht gebundenen t-RNS-Moleküle ließen sich abwaschen. Es überraschte nicht mehr, daß zum UUU, aber auch zum UUC, die Phenylalanin-t-RNS gehörte, und es ließ sich jetzt eindeutig zeigen, daß CUU die Leucin-t-RNS und UCU die Serin-t-RNS bindet.

Ist nur ein einziges Triplett für die Bindung einer bestimmten Aminosäure-t-RNS zuständig, dann wären nur etwa zwanzig Triplets nötig. Welche Bedeutung haben die anderen Triplets? Es zeigte sich, daß für die einzelnen Amino-

Code-Tabelle

(Aminosäuren in der üblichen Abkürzung)

2. → 1. ↓	U	C	A	G	3. ↓
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr — ² — ²	Cys Cys — ³ Try	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met ¹	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val ¹	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

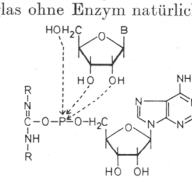
- 1. Formylmethionin wenn Kettenanfang
- 2. Kettenabbruch bei den Mutanten Amber und Ocker
- 3. Kettenabbruch (nonsense-Codon)

Beispiele: a) UCA = Ser; UGG = Try
b) Code für Asp: GAU oder GAC

säuren die dritte Base variieren darf. Es codieren also z. B. für Alanin GCU, GCC, GCA und GCG, oder für Asparagin AAU und AAC, während zu Lysin AAA und AAG gehören. Man bezeichnet deshalb den Code als „degeneriert“.

Einigen Triplets ist keine Aminosäure zugeordnet. Einige „nonsense“-Triplets, wie UAA und UAG, haben eine besondere Bedeutung. Es hat sich gezeigt, daß sie offenbar das Kettenende bestimmen. Auch der Kettenanfang wird anscheinend derart bestimmt; bei *E. coli* scheint jede m-RNS mit einem Triplett für N-Formylmethionin anzufangen, dem ein Alanin folgt. Bei den fertigen Proteinen werden dann teilweise diese Reste durch eine Peptidase abgespalten. Nicht nur für *E. coli* gilt dieser Code; er ist universal. Nur die Enzyme und die Basensequenz innerhalb der t-RNS scheinen bei verschiedenen Arten zu variieren. Wenn man die Triplets kennt, die für die einzelnen Aminosäuren codieren, dann sollte man im Reagensglas ein Protein synthetisieren können, wenn man die entsprechende m-RNS hat. In diese Richtung zielten die Arbeiten von *Har Gobind Khorana* im Institute of Enzyme Research in Madison, USA.

Bei der biochemischen Synthese der 3'-5'-Diesterbindung werden allein die für die Reaktion vorgesehenen Gruppen durch das Enzym zusammengebracht und aktiviert. Diese Selektivität läßt sich im Reagensglas ohne Enzym natürlich nicht erreichen. Aktiviert man die 5'-Phosphatgruppe eines Nucleosids — jetzt nicht durch Anhängen eines Pyrophosphats wie im biologischen System, sondern vorteilhafter durch ein Carbodiimid —, dann kann jede OH-Gruppe eines anderen Nucleosids reagieren. Man muß also zunächst an den Stellen, die nicht reagieren sollen, Schutzgruppen einführen, und muß dann diese nach der Reaktion unter ganz milden Bedingungen, die die geschlossene 3'-5'-Diesterbindung intakt lassen, abspalten. Auf diese Weise wurden in *Khoranas* Labor alle 64 möglichen Trinucleosiddiphosphate synthetisiert. Als Triplets eingesetzt bestätigten sie die vorher gefundene Zuordnung zu den entsprechenden Aminosäuren.



In der Desoxy-Reihe war die Synthese etwas einfacher, da nur 3' mit 5' sich verknüpfen kann; die 2'-OH-Gruppe fehlt. So gelang es, Polynucleotide mit einer ganz bestimmten Sequenz aufzubauen, z. B. Poly-(AT), in der sich über die gesamte Kette A und T abwechseln. Wie am Anfang schon beschrieben, kann bei der DNS-Polymerase diese Polynucleotidkette als Matrize dienen, an der dann ein komplementärer Strang aufgebaut wird. Die RNS-Polymerase, ein anderes Enzym, synthetisiert nun nicht den komplementären DNS-Strang, sondern mit Hilfe von Ribonucleotid-Triphosphaten einen komplementären RNS-Strang. Die Sequenz der DNS Matrize ist damit umgeschrieben worden in eine komplementäre Sequenz der RNS (Transkription).

Auf diese Weise hat *Khorana* Polynucleotide erhalten mit der alternierenden Reihenfolge CUCU... Setzt man diese jetzt als m-RNS ein, dann erhält man ein Polypeptid, in dem sich Serin und Leucin abwechseln. CUC codiert für Serin

und UCU für Leucin. Damit war klar, daß zwischen zwei Codons keine Leerstelle (Komma) ist, z. B. jede 4. Base in CUCUCUCU, sonst hätte nur Poly-Serin, oder, wenn mit einem U angefangen, Poly-Leucin entstehen dürfen.

Was geschieht, wenn man jetzt ein Polynucleotid mit drei einander abwechselnden Basen einsetzt, also ein Polytrinucleotid z. B. UACUACUAC...? Man findet jetzt drei Polypeptide: Poly-Tyrosin, das durch UAC codiert wird, Poly-Threonin, für das ACU codiert, und Poly-Leucin, für das CUA benutzt wird. Es werden also die Triplets hintereinander abgelesen, wenn einmal ein Anfang gemacht worden ist, ganz gleich bei welcher Base gestartet wurde.

Dementsprechend gibt ein Polytrinucleotid Polypeptide mit vier Aminosäuren, da erst nach der zwölften Base die Triplett-Reihe sich wiederholt: UAUCUAUCUAUCUAUC gibt daher Poly-(Tyrosin-Leucin-Serin-Isoleucin).

Nach dem ersten Versuch hätte man noch argumentieren können, die Triplets würden in der Reihenfolge 123 234 345 abgelesen und ergäben deshalb ein Polypeptid, das abwechselnd Serin und Leucin enthält. Dies läßt sich aber bei den Polytrinucleotiden ausschließen, man hätte dann hier ebenfalls Poly-Tyrosin-Leucin finden müssen. Damit gibt es also auch keine Überlappungen. Die Versuche von *Khorana* haben gezeigt, daß man aus vollsynthetischen DNS-Molekülen über die Bildung von m-RNS tatsächlich zu Proteinen kommen kann. Es ist ein Anfang — ob er vielleicht dazu führt, daß wir eines Tages auch Proteine synthetisieren, die irgend eine Funktion übernehmen können, ganz weit gesehen eventuell die der DNS-Polymerase oder eines anderen Enzyms? Dann wären wir bereits auf der Stufe von synthetisch hergestellten Viren.

Wind fortgesetzt.

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Für nur 87 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent monatlich die CLB mit dem MEMORY-Teil (Firmenabos nach Staffelpreis; siehe www.clb.de).

Top-Angebot: Jetzt gibt es für jedes neue persönliche Abonnement eine der vier in der nebenstehenden Anzeige angebotenen CD-ROMs nach Wahl gratis.

Neue Firmenabonnenten erhalten sogar den kompletten Satz mit allen vier CD-ROMs kostenlos!

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

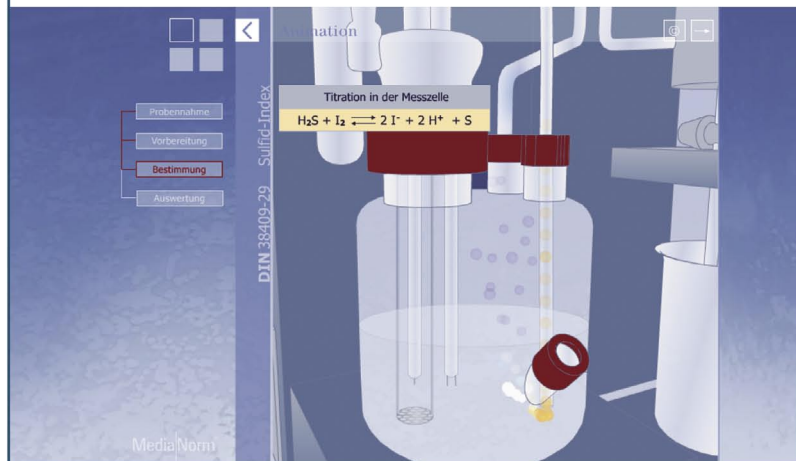
Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

Multimediale Lehr- und Lernsoftware

Wasseranalytik

- CSB-Küvettest nach DIN ISO 15705
- TOC/DOC nach DIN EN 1484
- SAK nach dem Norm-Entwurf zur DIN 38404-3
- Sulfid-Index nach dem Norm-Entwurf zur DIN 38409-29



Animation aus der Lernsoftware zur DIN 38409-29 (Sulfid-Index)

Bausteine der Software

Eine *Animation* zeigt das Verfahren in Kurzform und bietet so einen idealen Einstieg.

Im *Seminar* werden die theoretischen Grundlagen und praktische Hinweise zur Methode anschaulich und unterhaltsam vermittelt.

Im *Katalog* wurden für Einsteiger und Fortgeschrittene Informationen zum Verfahren selbst und zu dessen Umfeld auf einzeln wählbaren Seiten zusammengefasst. Hier findet der Nutzer auch die Geräte- und Reagenzienübersichten.

Im Abschnitt *Erfahrungen* wurden Erkenntnisse von Fachleuten, die mit dem jeweiligen Verfahren arbeiten, zusammengetragen. Mögliche Probleme werden genannt und zweckmäßige Lösungsvorschläge angeboten.

Bezugsmöglichkeiten über www.media-norm.de

CD-ROM mit allen vier Analysenverfahren:

149,00 Euro (zzgl. MwSt.)

Lernprogramme einzeln bzw. individuell kombinierbar:

49,00 Euro (zzgl. MwSt.) je Analysenverfahren

MediaNorm®

MediaNorm GmbH

Weinbergweg 23 | D-06120 Halle (Saale) |

Telefon: +49 (345) 27 99 06-0 | Fax: +49 (345) 205 1222 |

www.media-norm.de | E-Mail: info@media-norm.de