

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

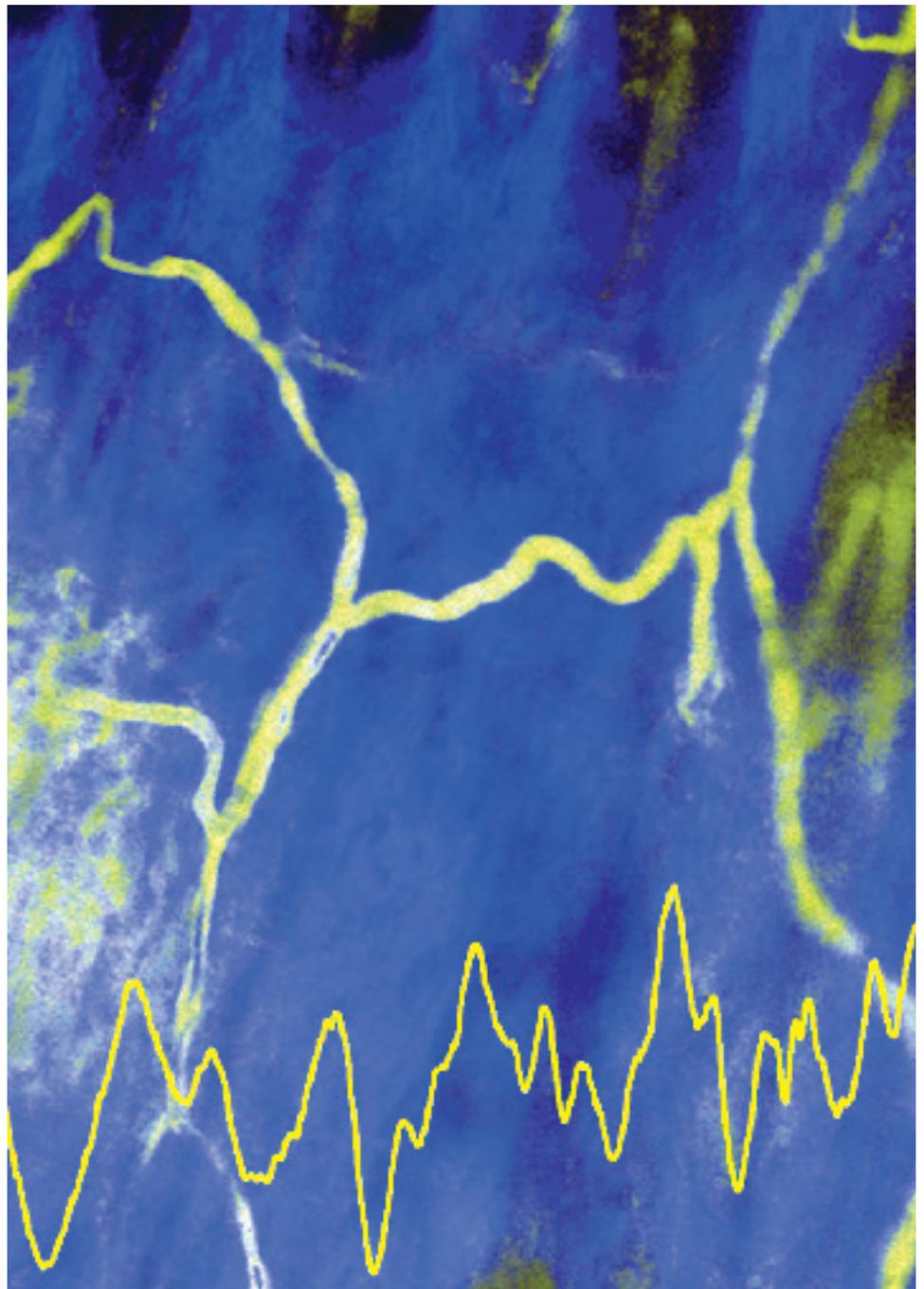
Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

- Kalibrierung
- Zahnchemie
- PAK-Schnelltest
- Titration
- Quantenpunkte



selbständige verantwortungsvolle Stelle erstreben, muß heute verlangen werden, daß sie über die in der Ausbildung gelehrten Stoffe hinaus sich herablassen, die wesentlichen Fortschritte nicht nur auf ihrem unmittelbaren Arbeitsgebiet, sondern auch der benachbarten Fachgebiete zu verfolgen. So wie wir uns doch darüber klar, in welchem Rahmen Maße sich z. B. in der analytischen Chemie der Schwerpunkt von dem auch heute noch klassische Fächer der Maßanalyse zu der Anwendung physikalisch-chemischer Verfahren zu der Anwendung physikalischer Verfahren verlagert hat. Auf der einen Seite ermöglichen diese physikalisch-chemischen Verfahren eine starke Modernisierung der Arbeit, auf der anderen Seite verlangen sie aber — abgesehen von dem technischen Verständnis — ein höheres Maß von Kritik bei ihrer Anwendung, und es ist deshalb erforderlich, daß die verantwortungsbewußten Mitarbeiter im Laboratorium sich über die Schwefligkeiten und Fällbarkeiten der einzelnen Methoden Gedanken machen, um aufzunehmende Unregelmäßigkeiten zum Mindesten zu erkennen.

Bei der qualitativen und quantitativen Analyse suchen wir andererseits in einer Entwicklung von den bisher üblichen Verfahren zur Anwendung von mikroskopischen Methoden, die eine wesentliche Ergänzung an Reagenzien und Zeit ermöglichen. Parallel damit laufen die Bestrebungen, an Stelle der Jernungsgänge spezifische Reaktionen zu setzen. Auch biologische Verfahren gewinnen an Bedeutung. Die bisher vielfach vernachlässigte Analyse organischer Stoffe ist nicht zuletzt durch die Entwicklung der zellulären Kurstoffsäure stark belebt worden, und gerade in den letzten Jahren wurden manche grundsätzlich neuen Untersuchungsmöglichkeiten entwickelt. Auch auf dem Gebiet der präparativen Chemie sind wesentliche Fortschritte erzielt worden.

Es muß daher das Bestreben jedes einzelnen bleiben, über die besonderen Kenntnisse auf seinem Spezialgebiet und über die bei seiner Ausbildung erworbenen Kenntnisse hinaus sich ständig zu bemühen, mit den Entwicklungen auf den verschiedenen Gebieten in Berührung zu bleiben.

So fortschrittlich sah Prof. Wilhelm Fresenius, der jetzt seinen 90. Geburtstag feierte (s. S. 259-260), schon in der 1. Ausgabe der CLB im Jahre 1950 die Aufgaben von CTAs, deren Berufsbild sich damals zu entwickeln begann (s. auch S. 262).

Die Aufgaben der Laboranten und Chemotechniker im Laboratorium

Von Dr. W. Fresenius, Wiesbaden

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte haben sich wesentliche Veränderungen der Arbeitsverteilung in fast allen chemischen Laboratorien ergeben. Die verstärkte Überwachung der Produktion hat zur Durchföhrung eine große Zahl von Untersuchungen in Form von Serienanalysen geführt. Eine Folge davon ist, daß akademisch ausgebildete Chemiker in immer stärkerem Maße aus der praktischen Arbeit des Laboratoriums herausgenommen wurden und sich der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit in steigendem Maße an den Schreibtisch verlagert hat. Wenn der Akademiker auch die verantwortliche Leitung und die Auswertung der einzelnen Experimente, insbesondere bei Forschungsarbeiten, bleibt, so ist doch dem im Laboratorium tätigen Kräften eine wesentliche Aufgabenverteilung und in vielen Fällen auch Selbständigkeit gegeben. In erster Linie sind hier die Laboranten und Chemotechniker als die beiden ausgetesteten und auch für die Zukunft weiter zu entwickelnden Berufsgruppen zu nennen. Es muß aber erwähnt werden, daß zur Zeit die Fragen der Berufsausbildung der Laboranten und Chemotechniker im Innern sind noch zu klären ist, wie weit auch in Zukunft Laborschwachen, dienstlich-nicht-solche Assistenten, Chemiker, Chemie-Ingenieure, ausgebildet werden sollen und welche besonderen Aufgaben die einzelnen Gruppen jeweils zu übernehmen haben.

Die selbstverständlichen Grundlagen für jeden im Laboratorium Tätigen, die entweder bereits in einer Lehrzeit oder in einer Fachschule vermittelt werden müssen, sind eine technisch saubere Arbeit und eine sorgfältige Führung aller Versuchsprotokolle. Jeder einzelne muß sich immer wieder darüber klar werden, welche großen wirtschaftlichen Werte von der Zuverlässigkeit seiner eigenen Arbeit abhängen können.

Die Anforderungen sind je nach Art des Laboratoriums und dem Ausbildungsgrad der einzelnen unterschiedlich. Von all dem aber, die ein

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

sich immer am Rande der Stabilität bewegen bietet die besten Möglichkeiten für Lebenserfolg. Diesen Rat gab mir einmal Prof. Hermann Haken, Experte für nichtlineare Systeme, Begründer der Synergetik. Die Interpretation dazu bedeutet: Flexibel bleiben, immer wieder an Grenzen gehen, sie kreativ erweitern, Alternativen suchen. Gerade in



einem sich stark verändernden Umfeld gilt dies nicht nur für jeden Einzelnen, sondern auch für Behörden, Verbände, Institutionen. Schön, dass man dies im Bereich der Ausbildung erkannt hat und daran arbeitet, modulare, durchlässige Ausbildungsstufen anzubieten (siehe „Bildungsinitiative Chemie“, Editorial 06-2003). Bei der CTA-Ausbildung funktioniert das schon länger gut; schnell in den Beruf und Geld verdienen ist damit ebenso möglich wie

eine weitergehende Ausbildung, wie es Prof. Dr. Astrid Rehorek auf einer Podiumsdiskussion mit CLB-Beteiligung in Köln erläuterte (s. S. 262). Übrigens sind die Ideen zu flexibler und durchlässiger Ausbildung nicht nagelneu. Wie auf der Veranstaltung zum 90. Geburtstag von Prof. Wilhelm Fresenius hervorgehoben wurde (s. Artikel von PD Dr. Heinz-Martin Kuß, Seiten 259 und 260), kann der CLB-Mitherausgeber der 1. Stunde „in Punkto Praxisrelevanz und Durchlässigkeit der Ausbildung eine Vorreiterrolle für sich in Anspruch nehmen“, so der hessische Staatssekretär Prof. Leonhard; auch die gegenüberliegende „historische“ Seite zeigt die fortschrittlichen Gedanken von Prof. Fresenius.

Flexibilisierung von Ausbildungen spiegelt auch die wachsende Interdisziplinarität in Naturwissenschaft und Technik wider. Schon Alexander von Humboldt erkannte: „Der Reichtum der Naturwissenschaft besteht nicht mehr in der Fülle, sondern in der Verkettung der Tatsachen.“ Dieser Erkenntnis zufolge sollen zum Schuljahr 2004/05 in Baden-Württemberg – etwa 200 Jahre später – die Fächer Biologie, Chemie und Physik zum Fächerverbund „Naturwissenschaftliches

Arbeiten“ (NWA) zusammengefasst werden, an Realschulen. Damit soll die pädagogische Verantwortung der einzelnen Schule gestärkt werden. Sicherlich zeigt die Bildungspolitik im „Ländle“ damit besondere Flexibilität, geht an neue Grenzen, nur: Warum nur in Realschulen? Offenbar traut man sich noch nicht so recht. Wie soll man auch sicher gehen, dass althergebracht ausgebildete Lehrer die neue Lehre richtig rüberbringen? Kann man ein „Verwaschen“ des Unterrichts vermeiden? Da ist Eigeninitiative angesagt.

Eigeninitiative und Kreativität, Eigenschaften, die die Teilnehmer des Wettbewerbs „Jugend forscht“ durch ihre Arbeiten erkennen lassen. In welchem hohem Maße dies der Fall ist, wie sehr die Teilnehmer an Grenzen von zeitlichen und finanziellen Möglichkeiten gehen, will die CLB – wie schon in früheren Jahren – in einzelnen Arbeiten zeigen. In dieser Ausgabe stellt der Bundessieger Chemie seinen PAK-Schnelltest vor (Seiten 256 bis 258).

Schon seit Gründung der CLB legt die Zeitschrift durch Übersichtsartikel aus der Chemie und anderen Naturwissenschaften und aus der Technik Wert auf Interdisziplinarität. In dieser Ausgabe zeigt der Artikel von Prof. Wolfgang Hasenpusch unterhaltsam auf, wie Chemie im Alltag, aber auch in der Exotik der Meere im Spiel ist: Es geht um „harte Tatsachen“, um Zähne...

Auch der Praktiker findet in dieser Ausgabe interessanten Lesestoff. Dr. Volkmar Neitzel schreibt auf den Seiten 248 bis 251, wie in der Analytik Bestimmungsgrenzen zu ermitteln sind. Und im Memory-Teil beleuchten wir Geschichte und Grundlagen der Titration.

Unterhaltsame Bildung mit der CLB wünscht

Ihr

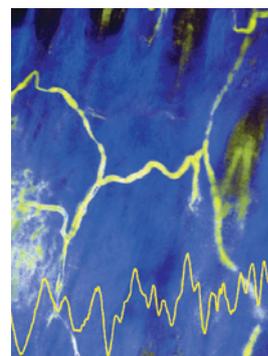
INHALT

Aufsätze

Kalibrierung bei Analyseverfahren Bestimmungsgrenze ist nicht gleich Bestimmungsgrenze _____	248
Zahnchemie Zahnmaterial von Mensch und Tier _____	252
Jugend forscht: Umweltschutz im Straßenbau PAK-Schnelltest für Straßenaufbruchmaterialien _____	256

Rubriken

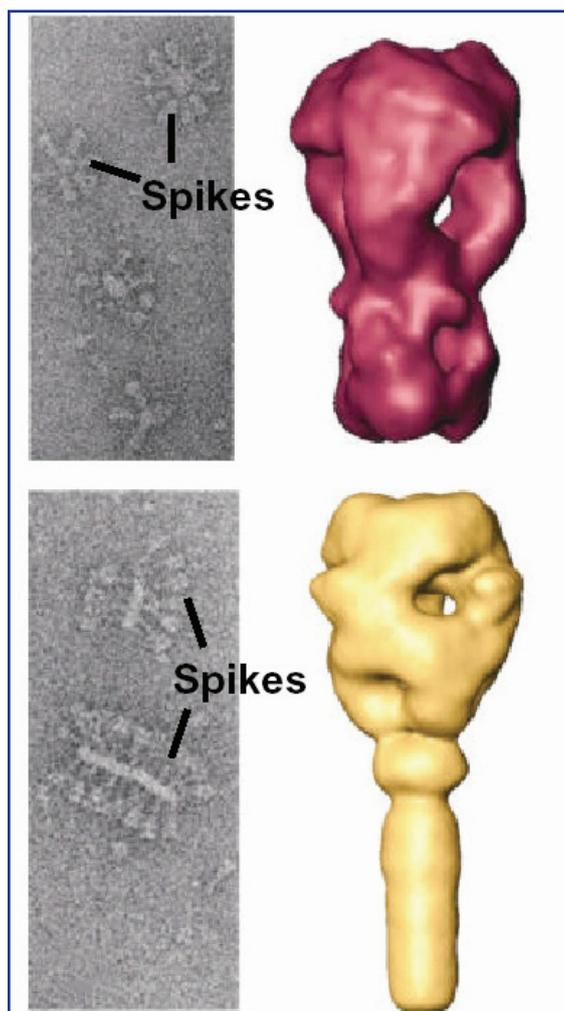
Editorial _____	241
Impressum _____	243
F & E im Bild _____	243
Unternehmen _____	244
Personalia _____	246
Förderungen / Preise _____	247
Nanotechnik	
Herstellung sortenreiner Nanoröhren Getrennt zwischen metallisch und halbleitend _____	264
Multiphotonenmikroskopie Quantenpunkte im Blut _____	265
Durchbruch für Silicium-Photonik mit Quantenpunkten Silicium-Nanokristalle kontrolliert herstellen _____	267
Forschungszentrum Jülich organisiert „Center of Nanoelectronic Systems“ Auf der Suche nach neuen Grenzen _____	268
Messe / Kongress / Ereignisse _____	259
Forschung und Technik _____	269
Wirtschaft _____	272
Service _____	274
Neue Produkte _____	275
Bezugsquellenverzeichnis _____	279



Zum Titelbild
Das Bild zeigt Kapillaren unter der Haut einer lebenden Maus. Es wurde mit Multiphotonenmikroskopie aufgenommen. Als Fluoreszenzmittel im Blutstrom dienten Quantenpunkte in Form verkapselter Nanokristalle (s. S. 263-264; Abb.: Cornell Universität).

CLB-Memory

Moderne Ionenanalytik (Teil 5): Maßanalyse Von der „Teelöffelmethode“ zum Digitaltitrator _____	M49
Studie der GDCh zeigt: Chemiestudium wieder beliebter _____	M53
Internet-Kurs Molekülsymmetrie _____	M54
Chemie-Olympiade in Athen Der Osten saht ab _____	M55
Multimediales Material für den Chemieunterricht Virtueller Gaschromatograph und Drug Design _____	M55
Fragen zu Grundlagen der Chemie _____	M56



Wie sich ein Virus in die Zelle bohrt

Zwei Arbeitsgruppen der Freien und der Humboldt-Universität Berlin ist es jetzt gelungen, die dreidimensionale Struktur viraler Spikes und ihre bei der Zellinfektion ablaufenden molekularen Veränderungen mit Hilfe elektronenmikroskopischer Techniken sichtbar zu machen.

Zahlreiche der uns bekannten Viren wie Grippevirus, HIVirus, SARS-Virus oder Ebolavirus sind mit einer stabilen Membranhülle umgeben. Um Zellen zu infizieren müssen sie ihr Genom in das Innere einer Wirtszellen einschleusen. Zellmembran und eigene virale Hüllmembran gilt es dafür zu überwinden. Die Viren benutzen dazu winzige, nur etwa ein zehntausendstel Millimeter lange Eiweißmoleküle, Spikes. Sie ragen wie die Widerhaken einer Klette zu Tausenden aus der Virusmembranoberfläche. Diese Spikes kletten das Virus nicht nur an der Wirtszelle fest, sie enthalten gleichzeitig auch das molekulare Werkzeug, die Membranen zu durchdringen. Auf ein Signal der Wirtszelle hin, das eigentlich der Abwehr des Angreifers dienen soll, aktivieren sich die Spikes und brechen die Membranen auf: Virale Hüllmembran und Wirtszellmembran verschmelzen miteinander, und das virale Genom tritt vom Virus in die Zelle über – die Wirtszelle ist infiziert.

Die molekularen Details dieses Vorganges, der, wie man inzwischen weiß, untrennbar mit einer Strukturänderung der Spikes verbunden ist, sind allerdings noch nicht verstanden. Das liegt daran, dass es bisher in nur sehr wenigen Fällen überhaupt gelungen ist, die räumliche Struktur der Spikes aufzuklären. Noch ungleich schwieriger ist es aber, die Strukturveränderungen während und nach der Aktivierung der Spikes zu erkennen (Abb.: Humboldt-Universität zu Berlin).

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:
Agentur & Verlag Rubikon
für technische und wissenschaftliche
Fachinformation – Rolf Kickuth
Anschrift:

CLB, Agentur & Verlag Rubikon
Bammentaler Straße 6–8
69251 Gaiberg bei Heidelberg
Deutschland
e-Mail: redaktion@clb.de

Herausgeber:
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf · Prof. Dr.
W. Fresenius, Taunusstein · Prof. Dr.
K.-H. Koch, Dortmund · Priv. Doz. Dr.
H.-M. Kuß, Duisburg · Prof. Dr. Georg
Schwedt, Clausthal-Zellerfeld · Prof. Dr.
G. Weichbrodt, Aalen · Prof. Dr. G. Wer-
ner, Leipzig.

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

Ständige Mitarbeiter:
Dr. Mechthild Kässer, Diekholzen; Hans
Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer,
Bad Soden; Dr. Ognian Serafimov,
Konstanz; Jürgen Wagner, Weinheim;
Dr. Röbbke Wünschiers, Köln.

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

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

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

Layout und Satz:
Agentur & Verlag Rubikon
Druck: Printec Offset, Ochshäuser Straße
45, 34123 Kassel

CLB erscheint monatlich.

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

Anzeigenpreisliste:
Nr. 42 vom 1.1.2002. Bei Nichterscheinen
durch Streiks o. Störung durch höhere Ge-
walt besteht kein Anspruch auf Lieferung.

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

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Lion bioscience aus Heidelberg bringt jetzt Lion Target Engine auf den Markt, eine Software, aufbauend auf der Integrationsplattform Lion Discovery Center, die die Identifizierung und Validierung von biologischen Zielmolekülen beschleunigt. Der erste Kunde für Lion Target Engine ist Siena Biotech.

BASF wird im August 2003 für bis zu drei Wochen die Lysinproduktion am BASF-Standort Günsan, Korea, wegen Wartungsarbeiten unterbrechen. Biotechnologisch hergestelltes Lysin spielt in der Tierernährung als Proteinquelle eine wichtige Rolle. Es muss mit Liefer-Engpässen gerechnet werden.

Clariant stoppt die Inbetriebnahme einer Großanlage für Waschmittelrohstoffe in den USA wegen technischer Schwierigkeiten. Die Anlage wird im laufenden Quartal abgeschlossen. Die Abschreibung wird durch Einsparungen im Verwaltungsbereich und bei den Personalkosten kompensiert. Die Projekteinstellung beeinflusst die Liquidität und das Eigenkapital des Unternehmens nicht.

Avontec GmbH wird mit dem Deutschen Gründerpreis 2003 in der Kategorie „Konzept“ ausgezeichnet In Zusammenarbeit mit der Universität Göttingen entwickelte Avontec die Decoy-Oligonukleotid-Technologie. Damit lässt sich die Aktivität von mehreren Genen gleichzeitig zu beeinflussen. Mittels spezieller Nukleinsäure-Bausteine können gezielt Regulatorproteine ausgeschaltet werden.

50 Jahre Ponndorf: Hervorgegangen aus der 1953 von Wilhelm Ponndorf gegründeten Ponndorf Handelsgesellschaft hat sich das Unternehmen vom Vertriebshaus für Maschinen und Anlagen zu einem der führenden Entwickler, Hersteller und Anbieter von Schlauchpumpen entwickelt. Geleitet wird die 1978 dementsprechend umfirmierte, heutige Ponndorf Gerätetechnik GmbH von Heide Ponndorf-Rekus, der Tochter des Firmengründers. Mit ihrem Sohn Till Völker, der seit fünf Jahren für die technische Entwicklung und den Vertrieb zuständig ist, rückt in absehbarer Zeit die dritte Generation innerhalb des Familienunternehmens nach.

Das Institut Fresenius hat die modernste Laborfabrik des Unternehmens in Herten/NRW in Betrieb genommen. Bis 2005 sollen dort 100 Mitarbeiter mit modernster Technologie jährlich rund 350 000 Luft-, Wasser- und Bodenproben aus ganz Deutschland analysieren. Kernbestandteile des neuen Labors sind ein neues, für mehrere Millionen Euro gemeinsam mit SAP entwickeltes Laborinformations- und Managementsystem (LIMS), hochmoderne Ausrüstung und ein völlig neues Zentrallogistikkonzept.

Das Life-Science- und Biotech-Unternehmen Invitrogen will den Bereich Forschung und Entwicklung weiter steigern. Das kündigte Präsident und CEO, Gregory T. Lucier, an. Derzeit würden sieben Prozent des Umsatzes in Forschung und Entwicklung investiert. 2002 betrug der Umsatz 648, 6 Millionen Dollar.

Roche stärkt strategische Position

Igen gekauft, Sars-Test eingeführt

Roche übernimmt Igen und sichert sich damit die Rechte an der ECL-Technik von Igen. Zudem führt das Schweizer Unternehmen einen Sars-Test ein.

Die Aktionäre von Igen erhalten 47,25 US-Dollar je Aktie in bar plus eine Aktie eines neuen, noch von Igen auszugliedernden Unternehmens. Das ausgegliederte Unternehmen wird zu 100 Prozent im Besitz der Igen-Aktionäre sein. Es wird von Igen die ECL-Patentrechte sowie bisherige Geschäftsbereiche übernehmen und mit einem Geschäftskapital von rund 155 Millionen US-Dollar ausgestattet sein.

Mit der Akquisition von Igen sichert sich Roche neue nichtexklusive, voll bezahlte, weltweite und unbefristete Rechte, mit denen sie die ECL-Technik von Igen im Bereich der humanen In-vitro-Diagnostik weiterhin vertreiben und ihre Elecsys Produkte für Privatlabors, Krankenhauslabors und Blutbanken verkaufen und weiterentwickeln kann. Ausserdem kann Roche nun mit bestimmten Einschränkungen immundiagnostische Systeme, die auf der ECL-Technik basieren, auch an Labors von Arztpraxen vertreiben. Roche behält die Rechte an Verbesserungen der ECL-Technik, die sie selbst entwickelt hat. Das Geschäft von Roche mit Labordiagnosegeräten auf der Basis der ECL-Technik erzielte im Jahr 2002 einen Umsatz von rund 404 Millionen US-Dollar und wies in den vergangenen drei Jahren in Lokalwährungen durchschnittliche Wachstumsraten von rund 23 Prozent auf.

Roche hat Mitte Juli bekannt gegeben, dass weltweit ein Test zum Nachweis des Sars-Virus (Schweres Akutes Respiratorisches Syndrom) eingeführt worden ist, der nur für Forschungszwecke bestimmt ist. Mit einer Entwicklungszeit von lediglich acht Wochen konnte Roche so schnell wie noch nie ein Test der Forschung zur Verfügung stellen.



Roche Diagnostics-Chef Heino von Prondzynski: Mit dem Test offene Fragen beantworten (Foto: Kickuth).

Der Test basiert auf der von Roche patentierten Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction, PCR). Der Sars-Test wurde zur Anwendung auf dem Roche-Analysegerät LightCycler entwickelt, wobei auf eine einfache Handhabung seitens des Laborpersonals Wert gelegt wurde.

Heino von Prondzynski, Leiter der Division Diagnostics und Mitglied der Konzernleitung von Roche, dazu: „Auch wenn die Infektionsrate von Sars rückläufig ist, wissen wir nicht, ob in Zukunft ein neuerlicher Ausbruch bevorstehen könnte. In der Zwischenzeit können Forscherinnen und Forscher unseren Test nutzen, um die noch offenen Fragen bezüglich der Inkubationszeit, des Zeitpunkts der höchsten Ansteckungsgefahr sowie der Überlebensdauer des Virus ausserhalb des Körpers zu klären.“

Die Entwicklung erfolgte vorwiegend am Roche-Forschungsstandort im deutschen Penzberg. Da einige der Proben nicht in Penzberg aufbereitet werden konnten, arbeitete das Projektteam mit Forschungsinstituten, Spitälern und entsprechenden staatlichen Behörden in den am stärksten von Sars betroffenen Ländern zusammen.

A3D International von Schleswig-Holstein gefördert Mit Antisense-Technik in den Massenmarkt?

Die aus dem Institut für Molekulare Medizin der Universität Lübeck hervorgegangene Firma A3D International GmbH erhielt jetzt von Schleswig-Holsteins Wirtschaftsminister Bernd Rohwer einen Zuwendungsbescheid über 740 000 Euro. Der Unternehmenszweck beinhaltet die kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen aus dem Bereich der Antisense-Technik, die ein enormes Entwicklungspotenzial birgt.

Die Zuwendung erfolgt im Rahmen der Innovationsförderung der Technologietransferzentrale Schleswig-Holstein (TTZ-SH) für die Entwicklung entzündungshemmender Nukleinsäure-Wirkstoffe für orale und dermatologische Applikationen.

Die A3D international GmbH entstand vor einem Jahr im Rahmen einer Ausgründung aus dem Institut für Molekulare Medizin der Universität zu Lübeck (Direktor Prof. Dr. Georg Sczakiel). Neben der

Entwicklung von pharmazeutisch hochqualifizierten Spezialpräparaten wird das neue Unternehmen im besonderen auch medizinisch positionierte Gesundheitsprodukte für Massenmärkte berücksichtigt, etwa Pflegeartikel und Kosmetika, die eine schnelle und erfolgreiche Produktentwicklung ermöglichen und somit zu einer frühzeitigen Rentabilität aus eigenständiger Ertragsleistung des Unternehmens führen.

Grundlage dieser synergistisch verknüpften Unternehmensstrategie bilden Wirkstoffe gegen dermatologische Entzündungsprozesse, die durch ihr molekularbiologisches Wirkprinzip unabhängig von den Ursachen einer Entzündung sind.

Prof. Sczakiel ist seit mehr als 15 Jahren maßgeblich an den Vorarbeiten und der Entwicklung der Antisense-Technik beteiligt. Dabei klärte er grundlegende Mechanismen zum Wirkprinzip dieser Inhibitoren auf, die heute zum allgemeinen Verständnis und



zur erfolgreichen Verwendung der Antisense-Technik beitragen.

Gegenwärtig konzentriert sich die Firma auf den zahnmedizinischen Bereich und die Mundhygiene. Mittelfristig sollen nach diesem Prinzip auch andere dermatologische Indikationsgebiete erschlossen werden.

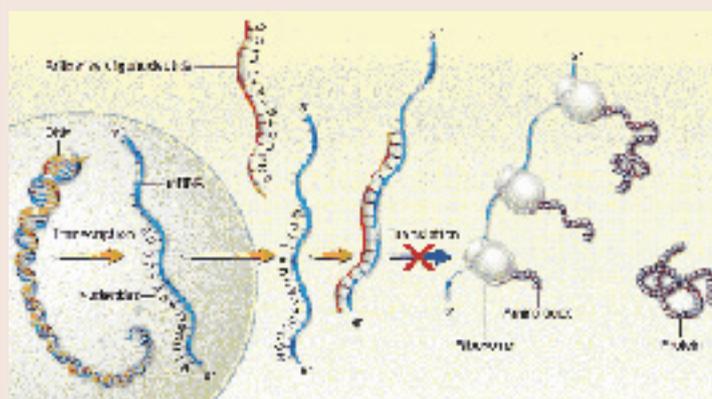
Die A3D International bezieht Firmenräume im Multifunktionscenter in unmittelbarer Nähe der Universität im neuen Hochschulstadtteil Lübeck. Geschäftsführer der A3D International ist Dr. Wolfgang Nedbal.

Schleswig-Holsteins Wirtschaftsminister Bernd Rohwer überreicht einen Zuwendungsbescheid im Institut für Molekulare Medizin der Universität zu Lübeck.

Was ist Antisense-Technik?

Künstlich hergestellte Erbmaterialfragmente unterbrechen die Übersetzung der Erbsubstanz DNA in das entsprechende Protein (Translation). Sie blockieren die mRNA, eine kurzlebige, einsträngige Nukleinsäureform. Ist ein Protein verantwortlich für die Krankheitsentstehung kann die Verhinderung seiner Bildung über die Antisense-Technik zu einer Verbesserung des Krankheitszustands, vielleicht sogar zu einer Heilung führen.

Der amerikanische Forscher Paul C. Zamecnik kreierte vor rund 20 Jahren einen zweiten RNA-Strang, der genau entgegengesetzt der ursprünglichen mRNA aufgebaut ist – darum der Name „Antisense“.



Diese künstlichen Stücke müssen bestimmte Abschnitte auf der RNA erkennen können, um sich mit ihr zu verbinden. Gelingt dies, verhindern sie die weitere Bildung von Proteinen. Auf ähnliche Weise gehen die Forscher auch heute vor. Sie reihen eine Sequenz von 15 bis 20 DNA-Nukleotiden aneinander, Oligonukleotide. Sie sind das Spiegelbild des Genabschnittes, den die Mediziner zu blockieren suchen.

Ein im Labor hergestelltes Antisense-Molekül (Antisense oligonucleotide) erreicht die einsträngige mRNA. Hier lagert es sich an den „krankmachenden“ Genabschnitt an. Auf diese Weise verwandelt sich die RNA wieder in einen Doppelstrang. Die Translation ist unterbrochen: die Ribosomen – Proteinfabriken der Zelle – können die RNA nicht mehr ablesen, die Herstellung des Proteins bleibt aus.

Avontec Die Geschäftsführung des Göttinger Biomedizin-Unternehmens übernimmt Herr **Dr. Thomas Schulze** seit dem 1. Juli 2003. Er folgt **Prof. Dr. Markus Hecker** nach, Mitgründer der Avontec, der in den Beirat des Unternehmens wechselt.

DFG Die Mitgliederversammlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat den Präsidenten der DFG, **Professor Ernst-Ludwig Winnacker**, für eine dritte Amtsperiode vom 1. Januar 2004 bis zum 31. Dezember 2006 bestätigt. Nach **Professor Gerhard Hess** und **Professor Julius Speer** steht Winnacker damit als dritter Präsident der DFG über drei Amtszeiten vor. **Prof. Dr. Joerg Hinrich Hacker**, Institut für Molekulare Infektionsbiologie der Universität Würzburg, nimmt als neuer Vizepräsident den Platz von **Prof. Dr. Bärbel Friedrich**, Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin, ein. Unternehmens wechselt.

Invitrogen Zum CEO und Präsidenten hat die Invitrogen Corporation (Carlsbad, USA. NASDAQ IVGN) Ende Mai **Gregory T. Lucier** ernannt. Gleichzeitig wurde er in den Board of Directors berufen. Lucier war bisher CEO und Präsident des General Electric Geschäftsbereichs Medical Systems Information Technologies.

MWG Biotech AG Der neue Aufsichtsrat hat beschlossen, Herrn **Thomas Becker** (53) zum Vorsitzenden des Vorstandes zu bestellen. **Dr. Volker Muschalek** (47) ist künftig als Vorstand Operations für das Unternehmen tätig. **Dr. Wolfgang Pieken** (42) wird Vorstand Forschung und Entwicklung sowie US-Geschäft.

Universität Dortmund Über 26 Jahre lang hat er als Professor für Physikalische Chemie an der Universität Dortmund gelehrt und geforscht. Am 30. Juni 2003 wurde **Prof. Dr. Bruno Boddenberg** zu seinem 65. Geburtstag feierlich verabschiedet.



EHRUNGEN

Der Bonner Chemiker **Professor Dr. Fritz Vögtle** erhält im Herbst für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Supramolekularen Chemie den **Adolf-von-Baeyer-Preis** der Gesellschaft deutscher Chemiker. Die Preisverleihung findet am 6. Oktober auf der Eröffnungsveranstaltung der GDCh-Jahrestagung Chemie 2003 in München statt.

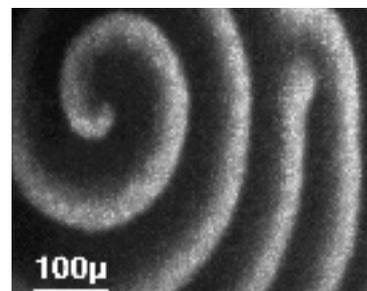


Der **Paul-Bunge-Preis** wird auf derselben Veranstaltung **Dr. Sean F. Johnston** von der Universität Glasgow verliehen. Der Paul-Bunge-Preis der Hans R. Jenemann-Stiftung wird für Arbeiten zur Geschichte wissenschaftlicher Instrumente vergeben. Johnstons Publikation spannt den Bogen von den Anfängen der Photometrie im 19. Jahrhundert bis in die 1950/60er Jahre.

In Anerkennung seiner großen Verdienste um die Wahrnehmung der Bedeutung naturwissenschaftlicher Bildung für das menschliche Selbst- und Weltverständnis verlieh der Verband Deutscher Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften e.V. (vdbiol) **Prof. Ernst-Peter Fischer** von der Universität Konstanz die **Trevisanus-Medaille**.

Prof. Dr. Dr. h.c. Utz-Hellmuth Felcht, Vorsitzender des Vorstandes der Degussa AG, Düsseldorf, und Mitglied des Vorstands der RAG, Essen, hat im Kuppelsaal der Staatskanzlei in München aus der Hand von Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber den von Bundespräsident Johannes Rau verliehenen **Verdienstorden der Bundesrepublik Deutschland** erhalten.

Einer deutsch-amerikanischen Wissenschaftlergruppe ist es gelungen, durch Analyse von Mustern, die von der Kalziumkonzentration in lebenden Zellen gebildet werden, die Funktionsweise von Zellorganellen zu verstehen. Für diese grundlegenden Erkenntnisse erhalten der theoretische Physiker **Martin Falcke** vom Berliner Hahn-Meitner-Institut und die beiden Biologen **Patricia Camacho** und **James D. Lechleiter** von der University of Texas in San Antonio den **Erwin-Schrödinger-Preis 2003**, den der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft für herausragende interdisziplinäre Forschung vergibt.



Beim Zebrafisch lässt das Liebeskummer-Gen (lik) die Herzmuskulatur anschwellen und wird ihm zum tödlichen Verhängnis. Beim Menschen könnte es ein wichtiger Ansatzpunkt sein, neue Medikamente zu entwickeln, die den zerstörten Herzmuskel nach einem Herzinfarkt regenerieren. Für seine Identifikation und die Analyse seiner Funktionen wurde **Dr. Wolfgang Rottbauer** mit dem **Oskar-Lapp-Preis 2003** ausgezeichnet, der mit 5000 Euro dotiert ist. Der junge Wissenschaftler ist als Arzt in der Abteilung für Kardiologie, Pulmologie und Angiologie der Medizinischen Universitätsklinik Heidelberg tätig.



Sensoren und Biochips

Neue Mikrochip-Oberflächen ermöglichen Fortschritte bei der Proteinidentifizierung.

Forscher am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart entwickelten einen neuartigen Chip mit einer Oberfläche aus Protein bindenden Silica-Nanopartikeln. Die Oberfläche dieser Partikel mit einem Durchmesser von weniger als einem Zehntausendstel Millimeter kann mit verschiedensten Fänger-Proteinen ausgestattet werden, die wiederum Probenproteine spezifisch binden. Anschließend können die angereicherten Proteine massenspektrometrisch gemessen werden. Derartige Chips können bei der Früherkennung von Krankheiten und in der Proteinforschung eingesetzt werden.

Roche Diagnostics führt den AmpliChip CYP450

Test in den USA ein, den weltweit ersten pharmakogenomischen Biochip für klinische Anwendungen. Der auf der Technologie von Affymetrix basierende Chip gibt Aufschluss darüber, wie genetische Variationen beim Menschen den Stoffwechsel von Medikamenten beeinflussen. Dank dieses Biochips können klinische Diagnoselabors bestimmte natürlich vorkommende Variationen (Polymorphismen) in zwei Genen, CYP2D6 und CYP2C19, nachweisen, die beim Stoffwechsel von häufig verwendeten Medikamenten eine wichtige Rolle spielen. Die Kenntnis dieser Variationen sowie weiterer maßgebender Faktoren können den Arzt bei der Wahl des bestgeeigneten Medikaments und der richtigen Dosierung unterstützen, und helfen, schwere Nebenwirkungen zu vermeiden.

Forscher der TU Braunschweig und der Ruhr Universität Bochum stellten eine **neuartige, kontinuierliche Terahertz (THz)-Strahlungsquelle** vor, die ein hohes Potenzial für Anwendungen in der Medizin, sowie in Sicherheits- und Qualitätskontrolle erwarten lässt. Gefördert vom BMFT, ist eines der Ziele dieses Projekts der Einsatz einer kontinuierlichen THz-Strahlungsquelle bei der **OnChip-Analyse**: Biomaterialien sollen direkt auf Biochips nachgewiesen werden, beispielsweise bei der Gen-Analyse. Die Integration der Terahertz-Strahlung in einen ersten Prototyp des Lesegerätes soll in einem zweiten Schritt erfolgen.

Forscher der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik der TU Berlin beschäftigen sich mit **Mikroelektronik-Fehleranalyse**, beispielsweise Prozessführung durch die Chiprückseite. Die Funktionsanalyse beruht auf optischen Wechselwirkungen, mit denen der Schaltkreis bei seiner Arbeit direkt beobachtet und verfolgt werden kann. Die „Mikro-Chirurgie“, bei der das Bauelement freigelegt wird, fördert das plastische Verständnis dieser ultrakleinen Geometrien. Sie erfolgt mit Focused Ion Beam (FIB) durch nanometergenauen Materialabtrag zur Auftrennung bestehender Verbindungen, modifiziert die Bauelemente und legt neue Verdrahtungen mit gezielter Material-Abscheidung an.

Stroh gut verbrennen

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) schreibt einen aktuellen Forschungsschwerpunkt zur technischen Weiterentwicklung von Verbrennungsanlagen für Halmgut-artige Brennstoffe aus. Damit sollen technische Probleme bei der Energiegewinnung aus Getreide und Stroh für kleine und mittlere Anlagen bis zu einem Megawatt thermischer Leistung gelöst werden. Die Ausschreibungsunterlagen können unter www.fnr.de abgerufen werden. Frist für die Einreichung von Projektvorschlägen ist der **31. Oktober**.

Proteine erforschen

Das Invitrogen Research Tools Development Grants Program für 2003 des LifeScience- und Biotechnologieunternehmens Invitrogen gibt Antragstellern bis zum Winter eine Chance. Für den Themenschwerpunkt Proteine und Nukleinsäuren ist am **2. Dezember** Einreichungsfrist. Alljährlich vergibt das Unternehmen bis zu 100 000 US-Dollar, um die Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren für die Zell- und Molekularbiologie zu unterstützen.

Innovation bei Gasen

Zum dritten Mal nach 1998 und 2000 schreibt die Messer Gruppe, Krefeld, den „Internationalen Messer Innovationspreis“ aus. Mit dem Preis sollen junge Forscher und Forscherteams gefördert werden, die sich um innovative Entwicklungen für den Einsatz von Industriegasen verdient gemacht haben. Bewerben können sich Forscher und Anwendungstechniker aus ganz Europa mit Diplomarbeiten, Doktorarbeiten, Forschungsarbeiten oder Projektergebnissen.

Ziel der Ausschreibung ist es, neuen Ideen rund um das Thema Industriegase zum Durchbruch zu verhelfen. Wichtige Bewertungskriterien für die eingereichten Arbeiten werden neben Originalität

und zukunftsweisendem Charakter vor allem Fragen der technischen Reife und Anwendbarkeit, die Bedeutung technischer Gase für die Innovation sowie die Chancen zur wirtschaftlichen Nutzung sein.

Der Preis wird intern und extern vergeben (extern: 1. Preis: 15 000 Euro, 2. Preis: 10 000 Euro, 3. Preis: 5 000 Euro; Messer Gruppe: 10 000 Euro). Bewerbungsschluss ist der **31. Oktober**. Weitere Informationen gibt es unter www.messergroup.com unter dem Stichwort „Internationaler Messer Innovationspreis“.

Dienstleistungsexport

Bis zum **15. September** dieses Jahres können sich Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler um die Teilnahme am Wettbewerb „Export von Dienstleistungen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) bewerben. Über die Bewertung der eingereichten Arbeiten entscheidet eine Jury, die Präsentation findet auf der 5. Dienstleistungstagung des BMBF am 11. und 12. Dezember statt. Die vier besten Ausarbeitungen erscheinen in den Tagungsunterlagen, die das BMBF mit jeweils 2500 Euro honoriert. Bewerben kann sich, wer zurzeit an einer Dissertation oder Habilitation zum Thema arbeitet und nicht älter als 35 Jahre ist.

Multimedia Transfer

Die Ausschreibung des Softwarewettbewerbs „Multimedia Transfer“ soll Studierende, Absolventen, junge Selbstständige und Wissenschaftler aller Fachgebiete aus Deutschland, Österreich und der Schweiz erreichen. Sie können sich um Geld- und Sachpreise bewerben, indem sie Projekt- und Abschlussarbeiten in den Kategorien E-Learning, Creative Design, Tools, Webtechnologien, Hot Trends, Barrierefreiheit und Womens Special einreichen. Einsendeschluss ist der **15. Oktober** (siehe auch www.rz.uni-karlsruhe.de/mmt).

Bestimmungsgrenze ist nicht gleich Bestimmungsgrenze

Volkmar Neitzel, Essen

Die meisten der im Einsatz befindlichen Analysenverfahren basieren auf kalibrierten Messgeräten [1 bis 3], wobei sich im Rahmen der Kalibrierung ein Arbeitsbereich ergibt, in dem die zu messenden Werte liegen müssen. Das obere Ende des Messbereichs ist der höchste Kalibrierungspunkt, das untere der niedrigste Kalibrierungspunkt oder die Bestimmungsgrenze (BG), wenn diese über dem niedrigsten Kalibrierungspunkt liegt. In der DIN 32645 [4] wird beschrieben, wie die Bestimmungsgrenze zu ermitteln ist. Da die Norm dem Anwender viele Freiheiten bei der Berechnung gibt, können bei gleichen Kalibrierungspunkten sehr unterschiedliche Bestimmungsgrenzen resultieren.

Grundlagen

Wird ein Analysenverfahren kalibriert, so erhält man einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Messgröße, die das verwendete Gerät liefert (zum Beispiel ein Potential, eine Peakfläche, einen Chemikalienverbrauch und so weiter), und der interessierenden Gehaltsgröße. Auch bei einer nicht linearen Funktion liegen die Messpunkte nicht exakt auf der Ausgleichsfunktion. Bei einer wiederholten Messung von Kalibrierungspunkten stellt man darüber hinaus fest, dass die Werte streuen. Aus diesem Grund existiert um die Kalibrierungsfunktion ein Vertrauensband, das die Unsicherheit der Messungen kennzeichnet. Selbst der Leerwert streut um einen zentralen Punkt. Die DIN 32645 – sie gilt nur für lineare Kalibrierungsfunktionen, Varianzenhomogenität (vergleichbare Wertestreuungen am oberen und unteren Ende des Arbeitsbereichs) und Normalverteilung der Wertestreuung, die aber in der Praxis häufig vorliegen – quantifiziert den Zusammenhang

Der Autor:

Dr. Volkmar Neitzel studierte Chemie an der GH/UNI Essen und ist seit 1984 als Mitarbeiter beim Ruhrverband in Essen beschäftigt, derzeit als Bereichsleiter für zentrale Aufgaben. Er ist Autor und Mitautor mehrerer Fachbücher zur Labordatenverarbeitung, zur Qualitätssicherung in der Analytik und zur Technik der Behandlung und Kontrolle von Abwasser. Seit rund zehn Jahren fungiert er als Lehrbeauftragter an der Technischen Fachhochschule Agricola in Bochum für Umweltchemie und Wassertechnologie.



und gibt ein Verfahren an, um die Bestimmungsgrenze zu berechnen.

Da die Leerwerte bei wiederholter Messung streuen, gibt es durchaus solche, deren Messwert im Einzelfall identisch ist mit einem Messwert für einen sehr geringen Gehalt. Nur bei häufigen Wiederholungen, die in der Praxis zu nicht vertretbaren Kosten führen würden, könnte man feststellen, dass sich die Mittelwerte beider Verteilungen unterscheiden. Es bedarf also der Statistik und definierter Unterscheidungsgrenzen, damit sich ein ermittelter Gehalt von einem Leerwert unterscheiden lässt. Als Obergrenze für den Leerwert nimmt man beispielsweise den Messwert, der nur von 5% aller Leerwerte überschritten wird (kritischer Wert). Ein Gehalt, dessen wiederholte Messwerte zu je 50% diese Obergrenze über- bzw. unterschreiten, kennzeichnet die Nachweisgrenze (NG). Ab hier gilt eine Komponente als vorhanden aber nicht quantifizierbar. Ein Gehalt, dessen Messwerte zu 95% die Obergrenze überschreiten, charakterisiert die Erfassungsgrenze (EG), die doppelt so hoch liegt wie die Nachweisgrenze. Oberhalb der EG gelten Komponenten als vorhanden und quantifizierbar.

Die Bestimmungsgrenze – sie orientiert sich nicht an Mess- sondern Gehaltsgrößen – ist definiert als der Gehalt, bei dem unter Zugrundelegung einer festgelegten Wahrscheinlichkeit die relative Ergebnisunsicherheit, definiert als der Quotient aus dem halben zweiseitigen Prognoseintervall und dem zugehörigen Gehalt, einen vorgegebenen Wert annimmt. Was heißt das?

Bei wiederholter Messung eines Gehaltes erhält man eine Standardabweichung als Maß seiner Streuung. Diese wird mit einem Tabellenwert der t-Verteilung (zweiseitige Fragestellung) multipliziert, der von der gewählten statistischen Sicherheit (z. B. 95%) und der Zahl der Kalibrierungspunkte abhängt. Als weiterer Faktor kommt ein Wurzelausdruck hinzu, dessen Wert u. a. von der Zahl der Kalibrierungspunkte, der Zahl der Wiederholmessungen und seiner Entfernung von der Mitte des Arbeitsbereichs beeinflusst wird. Auf diese Weise ergibt sich rechnerisch die Unsicherheit des Messwertes ΔBG . Teil man diese Unsicherheit durch den Messwert selbst, erhält man die relative Unsicherheit $\Delta BG/BG$. Soll die relative Unsicherheit z. B. 1/3 (33%) betragen, ist der Gehalt zu ermitteln,

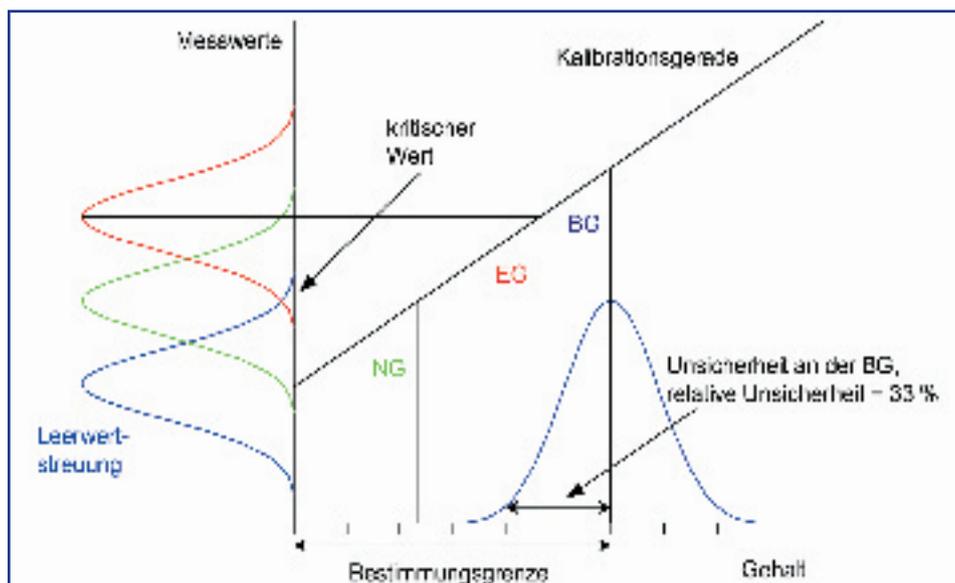


Abbildung 1: Visualisierung der Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze sowie des kritischen Wertes und der relativen Unsicherheit bei einer Kalibrierung.

bei dem seine Unsicherheit ein Drittel so groß ist, wie der Gehalt selbst ($\Delta BG/BG = 1/3$ oder $3 \Delta BG = BG$). Die statistische Sicherheit und das Maß der relativen Unsicherheit kann der Anwender selbst wählen. Einschränkend darf aber die Bestimmungsgrenze nicht kleiner als die Erfassungsgrenze sein. In Abbildung 1 ist der Sachverhalt dargestellt.

Allgemeiner Fall und Leistungsgrenze

In der Praxis ist das Analysenverfahren mit seinen Leistungsmerkmalen entweder gesetzlich vorgeschrieben oder ein Auftraggeber legt dieses fest. In manchen Fällen hat ein Labor auch die Freiheit ein geeignetes Verfahren so auszuwählen, dass die zu bestimmenden Gehalte in dessen Arbeitsbereich liegen. Aus den Kalibrierungsdaten lässt sich gemäß der DIN 32645 die Bestimmungsgrenze als weiteres Leistungsmerkmal des Verfahrens berechnen. Liegt sie unterhalb des niedrigsten Kalibrierungspunktes, kann der gesamte Arbeitsbereich für Messungen verwendet werden, denn er ist experimentell gesichert und alle Ergebnisse weisen eine ausreichend geringe relative Unsicherheit auf. Viele Fälle des Laboralltags bewegen sich in diesem Bereich. Falls man mehrere Konzentrationsbereiche verwendet, in denen jeweils die Kriterien für die Anwendbarkeit der Kalibrierungsfunktion gegeben sind (z. B. Varianzenhomogenität), tritt häufig der Effekt auf, dass bei höheren Gehalten größere Streuungen zu verzeichnen sind und sich daraus höhere Bestimmungsgrenzen ergeben. Zu kleineren Gehalten hin wird man dann immer niedrigere Bestimmungsgrenzen berechnen (Abbildung 2).

Solange die errechnete Bestimmungsgrenze unterhalb des niedrigsten Kalibrierungspunktes liegt, ist es legitim, sich dieser anzunähern. Bei genügend geringen Gehalten liegt aber die BG innerhalb der Kalibrierungspunkte und damit ist die Leistungsgrenze des Verfahrens erreicht. Unterhalb der BG dürfen

keine Messwerte für Gehaltsangaben verwendet werden, da sie nicht die erforderliche Ergebnissicherheit aufweisen.

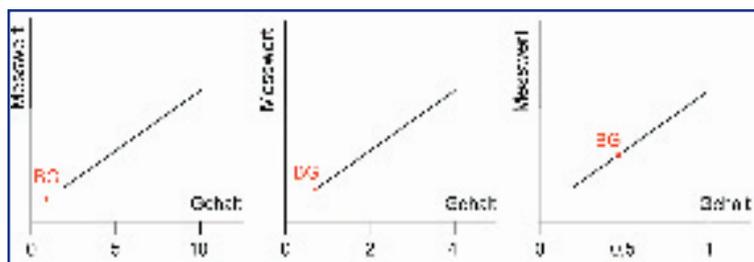
In der DIN 32645 wird darauf abgehoben, die Leistungsgrenze eines Messverfahrens zu ermitteln. Sie fordert sogar, dass die Nachweisgrenze um den Faktor 10 unterhalb des höchsten Kalibrierungspunktes liegen soll. Dadurch bedingt kann man allenfalls nur einen Teil des kalibrierten Bereichs (nämlich den oberhalb der BG) für Messzwecke nutzen.

Direkte und indirekte Methode

Bestimmungsgrenzen lassen sich aus Leerwerten und alternativ aus der Kalibrierungsgeraden berechnen. Stützt man sich auf Leerwerte, so bezeichnet man dies als direkte Methode, im anderen Fall als indirekte Methode. In beiden Fällen gehen charakteristische Größen der Kalibrierungsgeraden in die Berechnungen mit ein, jedoch stützen sich die Unsicherheiten von Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenzen bei der direkten Methode auf die Streuung der Leerwerte, die in der Regel geringer ist als die Reststandardabweichung.

In der Praxis sind beide Methoden durchzurechnen und es ist zu prüfen, ob sich gleichwertige Resultate ergeben. Trifft dies zu, bleibt es dem Anwender überlassen sich die für ihn besseren Grenzen auszusuchen. Bei signifikanten Differenzen ist das Ergebnis der di-

Abbildung 2: Abhängigkeit der Bestimmungsgrenze vom Arbeitsbereich.



Gehaltsgröße	Messwerte	Leerwerte
0,05	0,12	0,027
0,1	0,281	0,033
0,15	0,405	0,041
0,2	0,535	0,028
0,25	0,662	0,018
0,3	0,789	0,022
0,35	0,916	0,029
0,4	1	0,038
0,45	1,15	0,024
0,5	1,25	0,023

Tabelle 1: Ausgangsdaten der Kalibrierung.

rekten Methode maßgebend. Es gibt aber Messverfahren, bei denen die Unsicherheit des Leerwertes nicht bestimmt werden kann. Ist das der Fall, so muss auf die indirekte Methode zurückgegriffen werden.

Verifizierte Bestimmungsgrenze

Gemäß der DIN 32645 lässt sich die Bestimmungsgrenze berechnen und ist ein hypothetischer Wert (Schätzwert), auch wenn sich dieser aus praktisch ermittelten Daten ergibt. Auch wenn im Volksmund unter einer Schätzung eine grobe unsichere Angabe verstanden wird, verwendet man diesen Begriff für die berechnete Bestimmungsgrenze. Für die praktische Anwendung sollte – auch wenn dies mit einem Aufwand verbunden ist – die geschätzte BG experimentell überprüft, also verifiziert werden [5].

Zur Verifizierung der BG, die für das Gesamtverfahren oder auch nur für den Messvorgang erfolgen kann, ist die Matrix oder eine Bezugslösung mit dem geschätzten Gehalt der BG-Konzentration aufzudotieren und mehrfach (mindestens dreifach) zu messen. Die sich aus den Messwerten ergebende relative Messunsicherheit muss die Vorgaben erfüllen und gilt dann als verifiziert. In der Laborpraxis sollten nur verifizierte Bestimmungsgrenzen verwendet werden.

Es ist bekannt, dass die Matrix Einfluss auf eine Analysenergebnis nehmen kann und das in z. T.

Ordinatenabschnitt:	0,0275
Steigung:	2,4846
Korrelationskoeffizient:	0,9989
Bestimmtheitsmaß:	0,9978
Reststandardabweichung:	0,0188
Verfahrensstandardabweichung:	0,0076
relative Verfahrensstandardabw. in %:	2,7523

Tabelle 2: Verfahrenskenngrößen aus der Kalibrierung.

erheblichem Maße. Gerade bei geringen Gehalten, also nahe der Bestimmungsgrenze, macht sich dies besonders bemerkbar. Aus diesem Grund gibt es eine idealisierte BG, die aus matrixfreien Proben abgeleitet wird, und weitere, hiervon abweichende Bestimmungsgrenzen für jede Matrix. In der Regel liegen matrixbeeinflusste Bestimmungsgrenzen höher als die in matrixfreien Lösungen ermittelten. Im Sinne einer praktikablen Vorgehensweise sollten die zu untersuchenden Matrices in Gruppen ähnlicher Zusammensetzung zusammengefasst und für die einzelnen Gruppen Bestimmungsgrenzen ermittelt werden.

Beispiel

Anhand eines konkreten Beispiels soll aufgezeigt werden, wie bei gleichen Ausgangsdaten zur Kalibrierung doch sehr unterschiedliche Bestimmungsgrenzen resultieren, wenn unter Ausnutzung der Entscheidungsfreiheiten die DIN 32645 angewandt wird. In Tabelle 1 sind die Ausgangsdaten zusammengestellt. Die Varianzenhomogenität am oberen und unteren Ende des Arbeitsbereichs wurde überprüft und ist gegeben. Als statistische Sicherheiten werden – so die Norm – üblicherweise 95 % oder 99 % gewählt, was auch nachfolgend berücksichtigt wird. Hinsichtlich der relativen Messunsicherheit lässt die DIN 32645 Werte kleiner als 100 % zu, sofern die BG die EG nicht unterschreitet. Empfohlen werden 33 %. Im nachfolgenden Beispiel werden sowohl 50 % als auch 33 % berücksichtigt.

Tabelle 3: Errechenbare Bestimmungsgrenzen aus der Kalibrierung und den Leerwerten für unterschiedliche statistische Sicherheiten und relative Messunsicherheiten.

Statistische Sicherheit in %	Relative Ergebnisunsicherheit in %	BG errechnet aus Leerwerten	BG errechnet aus der Kalibration
95	33	0,024	0,061
95	50	0,016	0,041
99	33	0,035	0,087
99	50	0,023	0,059

Aus den Kalibrierungsdaten errechnen sich die in Tabelle 2 zusammengestellten Verfahrenskenngrößen, die wiederum Ausgangspunkt für die Berechnung der Bestimmungsgrenze sind. Da die Streuung der Leerwerte so groß ist, dass sich keine signifikanten Unterschiede bei der direkten und indirekten Methode zur Berechnung der BG ergeben, stehen beide Werte bei den unterschiedlichen statistischen Sicherheiten und relativen Messunsicherheiten zur Verfügung. In Tabelle 3 sind für die möglichen Varianten die errechenbaren Bestimmungsgrenzen zusammengestellt.

Die Tabelle 3 verdeutlicht das Problem, dass unterschiedliche Labors, die experimentell die gleichen Kalibrierungsdaten ermittelten, zu unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen für das gleiche Messverfahren kommen, wenn sie – wie zugelassen – die DIN 32645 entsprechend ihrer Vorstellung auslegen. In dem hier aufgeführten Beispiel liegt zwischen der kleinsten und größten BG ein Faktor von mehr als 5. Ein Labor, das auf dem freien Markt seine Dienstleistungen anbietet, kann guten Gewissens eine BG von 0,016 angeben und gegenüber einem Mitbewerber besser dastehen, wenn dieser eine bessere Aussage-

sicherheit anstrebt. Hier sollte eine Vereinheitlichung zumindest für bestimmte Fragestellungen vorgenommen werden. Ehrlicherweise gehört zur Angabe der Bestimmungsgrenze als Leistungsmerkmal für ein validiertes Messverfahren auch die statistische Sicherheit und die relative Ergebnisunsicherheit an der BG.

Literatur

- [1] Neitzel, V.: Die Kalibrierung von Analysenverfahren, Teil 1: Lineare Kalibrierungsfunktionen. CLB 01/2002
- [2] Neitzel, V.: Die Kalibrierung von Analysenverfahren, Teil 2: Nicht lineare Kalibrierungsfunktionen. CLB 02/2002
- [3] Neitzel, V.: Die Kalibrierung von Analysenverfahren, Teil 3: Besondere Kalibrierungsfunktionen. CLB 03/2002
- [4] DIN 32645: Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze, Mai 1994
- [5] Geiß, S. und Einax, J. W.: Comparison of detection limits in environmental analysis – is it possible? An approach on quality assurance in the lower working range by verification. Fresenius J. Anal Chem 370: 673-678 (2002)

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

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



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

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

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

Zahnmaterial von Mensch und Meerestier

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, Universität Siegen

Die Natur sucht sich in ihren Funktionen entsprechende Materialien und perfektioniert sie im Verlaufe der Jahrtausende dauernden Evolution. Die Wege dieser Entwicklung gestalten sich in den Meeren dieser Welt besonders vielfältig. Zu welchen Ergebnissen die Entwicklungsgeschichte bei der Wahl von Zahnmaterialien geführt hat, soll an den Beispielen der Säuger, Haie, Papageienfische, Seeigel und Meereswürmer beleuchtet werden.

Das Zahnmaterial der Säuger

Wir kennen von unseren eigenen Zähnen, wieviel Pflege, Prophylaxe und Reparaturtechniken notwendig sind, um sie bis ins hohe Alter zu erhalten. Unsere Nahrungsgewohnheiten haben sich in den letzten einhundert Jahren derart dramatisch verändert, daß die Evolution, deren Maßstab in hunderttausenden und millionen Jahren rechnet, überhaupt keine Chance hat, diesen veränderten Lebensgewohnheiten mit entsprechenden Anpassungen zu begegnen. So bleibt uns der Beruf des/r Zahnarztes/in noch lange erhalten. Letztlich ist es die ausgefeilte kompensierende Zahnmedizin, die eine evolutionäre Selektion verhindert: Sie erhält die Bißkraft unserer Zähne mit den unterschiedlichsten Methoden und Materialien.

Ähnlich ergeht es zum Teil den Haustieren, die mit Industrie-Nahrung aufgezogen werden. Anstatt des natürlichen Biß- und Kautrainings erhalten sie künstliches Kraftfutter und wachstumsfördernde Futterergänzungstoffe vorgesetzt.

Der Aufbau der Säugerzähne ähnelt sich bei Fleisch, Pflanzen- und Mischfutter-Verwertern:

Der Autor

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



auf einem knochenähnlichen poröseren Dentin-Material wächst eine harte Schmelz-Schicht aus Hydroxi- und Carbonato-Apatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ und $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$ (Abbildung 1).

Dieser Schmelz verhält sich leider nur wenig säureresistent. Durch Fruchtsäuren oder Säuren, die sich durch enzymatische Reaktionen aus Zuckern und anderen Nahrungsmittel-Stoffen bilden, zerfallen die Zahnoberflächen in Calciumphosphat und -Carboxylate. Dieser Zerfall äußert sich in einem Lochfraß, den wir Karies nennen, in Analogie zum Säurelochfraß an Stählen.

Der Vorsorge kommt in der humanen Zahnmedizin daher in vierfacher Hinsicht eine hohe Bedeutung zu.

Vier-Säulen-Prophylaxe

Die humane Zahnmedizin basiert in ihrer Prophylaxe, in ihrer Vorsorge zur Vermeidung der Karies, dem Zahnschmelz-Lochfraß, auf vier Säulen:

- dem Können und der Vermittlungskunst der Zahnärzte/innen,
- der Zahnhygiene,
- der zahnerhaltenden Ernährung sowie
- dem Einsatz von Fluoriden.

Der Beratung durch gut und aktuell geschultes Fachpersonal der Zahnmedizin muß auch das persönliche Engagement zur Zahnpflege folgen. Dazu zählen das Zähneputzen nach den Mahlzeiten, der Gebrauch von Zahnseide und Mundwasser als ergänzende

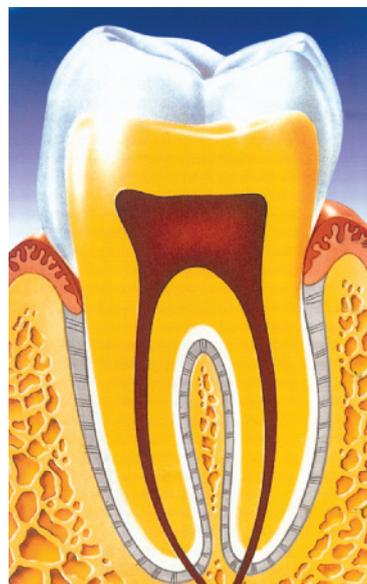


Abbildung 1: Schnitt durch einen Menschenzahn. Der weiße Zahnschmelz umhüllt das (gelb dargestellte) Zahnbein. Es ist mit Wurzelhaut (weiß) und Wurzelzement im Kieferknochen verankert, der außen vom Zahnfleisch umhüllt ist. Im Zahnbein (auch Dentin) befindet sich das Zahnmark mit Nervenfasern.

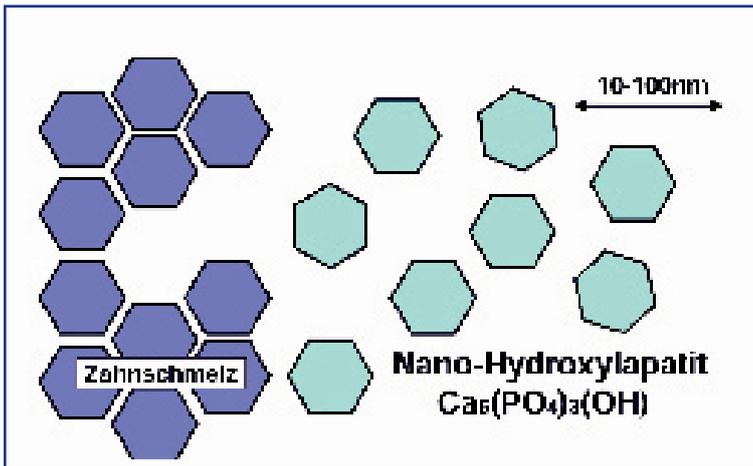


Abbildung 5:
Selbstreparatur
von Oberflächen-
defekten durch
Nano-Partikel
(Nano-Apatit).

Neuere Entwicklungen in der Human-Zahnheilkunde

Mit Hilfe der Nano-Technologie sollen bei der Zahnhygiene kariöse Zahnoberflächen-Defekte bereits im Mikrostadium geheilt werden. Kristallite im Nanometer-Bereich von 10⁹ Metern bringen durch ihre hohe spezifische Oberfläche eine hohe Kristallisationsenergie auf. Sie fügen sich selbständig zusammen, wie Ziegel zu einer ganzen Häuserwand.

Diesen Effekt will die Zahntechnik mit Hydroxylapatit im Nanobereich ausnutzen. Beschädigte Zahnschmelz-Oberflächen sollen sich auf diese Weise beim Zähneputzen oder Mundspülen reparieren (Abbildung 5). Entsprechende Versuche laufen vielversprechend in den Laboratorien der Chemischen Industrie.

Zähne der Haie und Papageienfische

Wie Untersuchungen verschiedener Institute ergaben, bestehen die Zähne vieler Fische aus fast reinem Fluorapatit. Sie sind den unsrigen damit an Härte und Resistenz weit überlegen. Das gilt in auffälliger Weise besonders für die Zähne der Haie und Papageienfische.

Abbildung 6:
Zähne des
Weißen Hais
(links) und des
Makohais



Zähne der Haie

Haie gehören zu den Tierarten, die unseren Kontinent mit am längsten bevölkern. Ihre Zähne sind von derart auffallender Langlebigkeit, dass sie in den verschiedensten Meeres-Ablagerungen aller Zeitepochen in großen Mengen vorkommen. An der Form der Zähne sind die Haiarten eindeutig zuordbar. Sie alle bestehen aus reinem Fluorapatit. Dieser Fluorideinbau in das Zahnmaterial der Haie ist genetisch vorbestimmt. Denn selbst Haie, die in Becken mit fluoridfreiem Wasser aufgezogen wurden, verfügten über nahezu den theoretischen Fluoridgehalt in ihren Zähnen von 3,77 G-%, aufgenommen und umgesetzt aus der Nahrung. J.-E. Glas und W. Büttner beschreiben 1962 beziehungsweise 1966, daß der hohe Fluoridgehalt keine nachträgliche Anreicherung erfährt, sondern bereits bei jüngsten Zahnkeimen vorhanden ist

Der harte Fluorapatit ermöglicht den Haien die hohe Bisskraft von mehr als 3 Tonnen/ cm². Hinzu kommen die unterschiedlichen, auf die Beute abgestimmten Formvarianten der Zähne: Der Weiße Hai besitzt breite, sägezahnartig gezackte Zähne zum Herausreißen größerer Happen aus gewichtigen Beutetieren, der Makohai dagegen verfügt über dünne, spitze Zähne zum Aufspießen kleinerer Fische. (Abbildung 6).

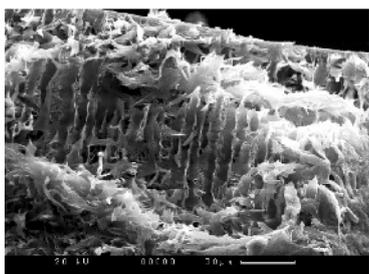
Zähne der Papageienfische

Die kratzenden Geräusche der auf den Korallenköpfen mit Inbrunst weidenden Papageienfische fallen jedem Gerätetaucher sofort auf. Immerhin sind Geräusche unter Wasser durch die höhere Dichte dieses Mediums viermal lauter vernehmbar als in Luft.

Die Zähne der Papageienfische bestehen ähnlich wie die der Haie aus Fluorapatit mit relativ hohen Fluorid-Anteilen. Die Analysendaten des Bostoner Forsyth Dental Centers von 1992 ließen sich bestätigen: Danach enthält der äußere Schmelz 38,9% Calcium, 18,8% Phosphor, 39,7% Sauerstoff und 2,7% Fluor (statt der theoretischen Gehalte von 39,7 – 18,4 – 38,1 und 3,77%). S. Suga, Y. Taki und M. Ogawa von der Fischerei-Universität Tokio publizierten 1992 eine ganze Reihe von Elementaranalysen der Zähne von Knochenfischen. Sie kamen zu dem Schluss, daß sich für Fluorid- und Eisengehalte in den Zähnen keine Zusammenhänge finden ließen. Laborversuche konnten zeigen, dass die Festigkeit des Apatit-Gitters mit zunehmender Eisen-Dotierung abnimmt. Calcium ist mitunter durch Magnesium ersetzt. Das trifft verstärkt im Dentin zu.

Die geteilten Ober und Unterkiefer der Papageienfische enthalten eine Vielzahl kleiner Zähne, die mit ihren abgerundeten Oberflächen eine Kalottenlandschaft bilden, bei der eine Halbkugel neben der anderen angeordnet ist. Das schafft eine optimale Mahlwirkung von Korallenmaterial. Unter dem Ras-

Abbildung 7:
Rasterelektronenmikroskop-
Aufnahme
der Papageien-
fisch-Zähne mit
Bruch (a),
Strukturierte
Fasern unter einer
dünnen Fluora-
patit-Schicht(b)
(Fotos Uni
Siegen).



terelektronenmikroskop erscheint eine eigenartige Zahnstruktur: Unter einer harten Fluorapatit-Schale verbirgt sich ein faseriges Apatit-Material von geringerem Fluorid-Gehalt (Abbildung 7).

Das Prinzip der Kalotten-Zähne wurde auf Walzenmühlen übertragen und patentrechtlich geschützt.

Zähne der Seeigel

Den Seeigeln wurde nicht in die Wiege gelegt, mit Phosphaten umzugehen. Ihre Zähne jedenfalls bestehen aus dem Grundwerkstoff Calcit, CaCO_3 , wie Röntgenpulveraufnahmen belegen. Allerdings angereichert und verstärkt durch einen geringen Magnesium-Anteil von einigen Prozent. Erhöhte Magnesium-Konzentrationen 2,7 bis 4,3 % treten vor allem auch dort am Körper der Seeigel auf, wo eine erhöhte mechanische Beanspruchung vorliegt.

Calcit kann nur mit einer Härte auf der Mohs-Skala von 3,0 aufwarten. Eine äquimolare Mischung von Calcium- und Magnesiumcarbonat, wie sie im Dolomit vorliegt, verfügt bereits über eine Härte bis zu 4,0.

Die Natur hat sich dort, wo ihr die Voraussetzungen zum härteren Calciumcarbonat in der Aragonit-Modifikation (Härte 3,5 – 4,0) sowie zum Apatit (Härte 4,0) oder gar Fluorapatit (Härte 5,0) mit dem Magnesium-Einbau ins Calcitgitter beholfen.

Neben diesem chemischen Trick bedient sich die Natur in den Seeigel-Zähnen aber noch eines physikalisch-morphologischen Behelfs. Die in Führungsschienen laufenden, beweglichen, langen fünf Zähne besitzen eine Blatt- und Faserstruktur (Abbildung 8). Damit gelingt es, auf den Korallenköpfen zu weiden, um sich von den Korallpolypen und Algen zu ernähren. Die konzentrischen Kratzspuren der fünf Seeigel-Zähne sind nicht selten auf den Korallen zu beobachten.

Das Prinzip der nach vorne greifenden Zähne der Seeigel in ihrer „Laterne des Aristoteles“ hat uns an der Universität Siegen veranlasst, eine analoge Endoskop-Zange zur Entnahme von Gewebeprobe im Körper zu konstruieren.

Zähne des Meereswurms „Glycera dibranchiata“

Dass sich Eisen im Zahnmaterial einlagert ist hinlänglich bekannt. Hohe Eisengehalte finden sich beispielsweise in den Raspelzähnen von Schnecken. Dass die Natur aber auch Kupfer-Verbindungen als Zahnmaterial verwendet war bis vor einigen Jahren neu. Der Meereswurm *Glycera dibranchiata* nutzt ein kupferhaltiges Mineral zum Beissen. Es handelt sich um das bekannte Atacamit, $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$. Zuerst in der nordchilenischen Atacama-Wüste analysiert, stellt es eines der wichtigsten Kupfererze in Chile, Bolivien, Arizona, Südwesafrika und Australien dar. Als hellgrüne Patina ist das Material auch auf antiken Bronze-Gegenständen zu finden. Atacamit ist zwar ein Zahnmaterial mit relativ hoher Dichte von $3,75 \text{ g/cm}^3$, besitzt aber eine Mohs-Härte von 3 – 3,5. Sie ist damit durchaus mit dem Calciumcarbonat in den Modifikationen Calcit (Härte 3,0) und Aragonit (Härte 3,5) vergleichbar.

Damit liefert der Meereswurm interessante Ansatzpunkte für die Entwicklung neuer Werkstoffe. Bereits 1867 erfand der französische Ingenieur G. Sorel einen nach ihm benannten fest bindenden Zement aus Magnesiumoxid und Magnesiumchlorid. Er besitzt die Härte von Marmor (Mohs-Härte 3,0) und ähnelt in seiner chemischen Zusammensetzung, $3 \text{ MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 11 \text{ H}_2\text{O}$, dem Atacamit, $3 \text{ CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 1,5 \text{ H}_2\text{O}$, doch sehr. Nur ist der Sorel-Zement in Wasser nicht beständig, weshalb er sich auch nur zur Verarbeitung in Innenräumen eignet. Atacamit dagegen beweist seine Beständigkeit im Zahnmaterial der Meereswürmer als Optimum ihrer Evolution.

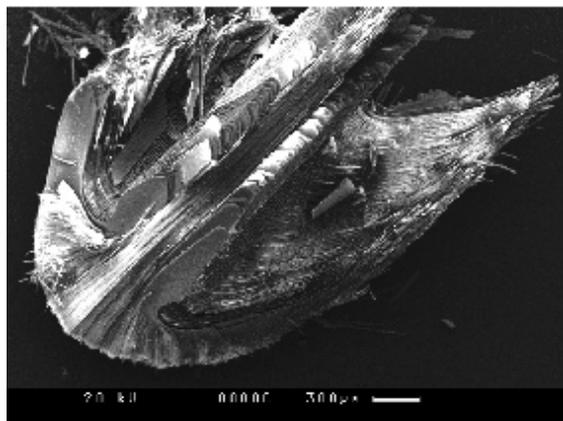


Abbildung 8: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme des Seeigel-Zahns, Bruchfläche (Foto Uni Siegen).

PAK-Schnelltest für Straßenaufbruchmaterialien

Florian Grüßing, Isernhagen

Teeröl, das sehr hohe Konzentrationen an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) enthält, wurde über Jahrzehnte hinweg als Bindemittel in Straßenbelägen verwendet. Heute ist es aufgrund der Karzinogenität und Gefährlichkeit der PAK verboten, stattdessen verwendet man Bitumen. In der Arbeit wurde ein Schnelltestverfahren zur Bestimmung des PAK-Gehaltes in Straßenaufbruchmaterialien, basierend auf der UV-Lichtfluoreszenz der PAK und dem hohen Amin-Gehalt im Teer, entwickelt. Dieses Verfahren besteht aus zwei voneinander verschiedenen Nachweisverfahren.

Hintergrund der wissenschaftlichen Arbeit

Als vor etwa neun Jahrzehnten der Straßenbau basierend auf teerhaltigem Bindemittel begann, wusste man noch nicht um die späteren Umweltprobleme, die Teer als Bindemittel in Schwarzdecken verursachen würde.

Teer geht aus dem pyrolytischen Crackprozess der Kohleaufbereitung hervor, bei dem die Kohle auf Temperaturen von über 1000 °C erhitzt wird. Dabei bilden sich polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Aminoverbindungen, denn bei der Pyrolyse (von organischen Naturstoffen) werden chemische Verbindungen gespalten, wodurch die stabilen, hyperkonjugierten PAK, Systeme aus polykondensierten Aromaten, entstehen. Amine werden gebildet, weil bei der Pyrolyse der heterocyclischen Systeme Stickstoff freigesetzt wird, der zu Aminoverbindungen weiterreagiert. Die Struktur der anfallenden Aminoverbindungen ist durch die funktionelle Aminogruppe ($-NH_2$) gekennzeichnet.

Als man in den 1980er Jahren die Umweltgefährlichkeit und Toxizität der laut IARC (International Agency of Research on Cancer) und GefStoffV (Gefahrstoffverordnung) als krebserzeugend einzustufenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe detektierte, kam die Teerpechproduktion für den Straßenbau schnell zum Erliegen. Was jedoch von den sieben Jahrzehnten Straßenbau auf Teerölbasis übrig blieb, waren hoch mit PAK kontaminierte Straßen, die nun nachhaltig ersetzt werden mussten. Als besserer, weil umweltschonender Ersatz stellte sich Bitumen heraus, das als Produkt bei der destillativen Mineralölaufbereitung entsteht. Es erfüllt die Zielanforderungen für den Straßenbau, ist wegen der vergleichsweise schonenden Destillationstemperaturen (unter 400 °C) nur gering PAK-belastet, andererseits aminunbelastet.

Den Gehalt an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen zu bestimmen, um in der Lage zu sein, Straßenaufbruchmaterialien bezüglich ihrer PAK-Konzentration einzustufen, ist bis dato jedoch zeitaufwändig und kostenintensiv. Wie in verschiedenen Literaturstellen beschrieben, erfolgen die gängigen Nachweismethoden mittels Gaschromatographie und HPLC-Spektroskopie. Die Durchführung einer PAK-Gehaltsbestimmung in Straßenaufbruchmaterial dauert auf diesem Wege jedoch im Schnitt einige Tage und ist kostenintensiv. Aus diesem Grund verzichtet man zu Lasten der Natur und Umwelt oftmals auf PAK-Analysen. Ziel dieser Arbeit war daher, einen Schnelltestverfahren zur halbquantitativen PAK-Bestimmung zu entwickeln.

Verfahrensansatz

Die für die durchzuführenden Untersuchungen bereitgestellten Proben wurden in einem Umweltlabor gaschromatographisch untersucht und die tatsächlich vorhandenen PAK-Gehalte (nach EPA) bestimmt. Diese Analyseergebnisse wurden zur Verlässlichkeitsüberprüfung des entwickelten Schnelltestverfahrens herangezogen.

Die beiden für diese Arbeit wichtigen und entscheidenden Unterschiede zwischen beiden Bindemitteln für Straßenbeläge bestehen darin, dass Bitumen im Gegensatz zu Teer aufgrund der verschiedenen Gewinnung (fast) keine polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und



Der Autor

Florian Grüßing (16) besucht noch das Kaiser-Wilhelm- und Ratsgymnasium in Hannover. Er belegte beim Wettbewerb „Jugend forscht“ 2003 im Bereich Chemie bundesweit den ersten Platz. Außerdem erhielt er den mit 1000 Euro dotierten Preis der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für Arbeiten aus dem Bereich der Umwelttechnologie.

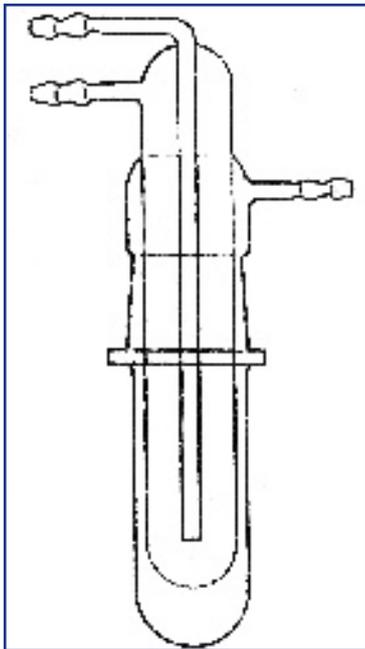


Abbildung 1: Sublimationsapparatur

keine Aminoverbindungen enthält. Bei geeigneter Auftrennung einer Straßenprobe werden dann die evtl. vorhandenen PAK selektiert und ihr Gehalt wird mittels UV-Lichtfluoreszenz bestimmt. Auch die Aminoverbindungen können selektiv von der Straßenaufbruchprobe getrennt werden, sodass ihr Nachweis mittels einer sensiblen Aminonachweisreaktion erfolgen und somit die Art des Bindemittels bestimmt werden kann. Letzteres stellt ein indirektes Nachweisverfahren für PAK dar, denn nur teeröhlhaltige Straßenaufbruchmaterialien, die wegen des oben beschriebenen Zusammenhangs hohe Amingehalte aufweisen, haben kritische PAK-Konzentrationen, die den PAK (nach EPA) – Grenzwert von 40 mg/kg überschreiten.

Versuchsbeschreibung

Drei „gestrichene“ Spatel (ca. 3 g) der Probe werden in die Sublimationsapparatur (Abbildung 1) eingeführt. Anschließend wird unter Wasserkühlung und Wasserstrahlvakuum (25 mbar) 10 min. lang auf Stufe III des Heizpilzes (ca. 250 °C) sublimiert. Nach Ablauf dieser Zeit lässt man kurz abkühlen. Dann spült man das Resublimat mit einer konstanten Menge Isopropanol (ca. 8 ml) vom Kühlfinger ab, die daraus entstandene Lösung wird in einem Probefläschchen (Weißglas, mit Schraubdeckel) aufgefangen.

Nachweisreaktion: 1 ml isopropanolischer Problelösung wird mit einem Gemisch aus 0,1 ml 0,6 %iger Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung (KHF III) und 0,1 ml 0,9 %iger Eisen(III)chlorid-Lösung versetzt und 5 min. im Dunkeln stehen gelassen. Anschließend wird mit 3,0 ml 0,1 N Salzsäure angesäuert und nach weiteren 15 min. Stehen im Dunkeln die Färbung

kontrolliert. Bei einer hellgrünen Färbung ist das Bindemittel Bitumen, bei einer dunkelgrün-türkisfarbenen Färbung ist das Bindemittel Teer (d. h. der PAK-Gehalt ist größer als 40 mg/kg).

UV-Test: Die entstandene Lösung wird unter einer UV-Lampe (Geldscheinprüfer, $\lambda = 366 \text{ nm}$) betrachtet. Je stärker die Fluoreszenz desto höher der PAK-Gehalt. Hierbei kann zur Einstufung der Probe als Referenz eine Probe mit 40 mg/kg PAK hinzugezogen werden.

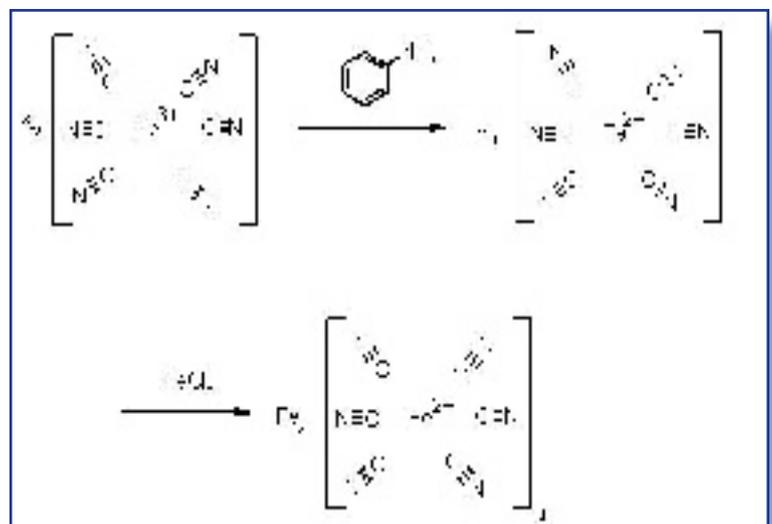
Wissenschaftlicher Hintergrund der Nachweise

Bei der Sublimationsstufe wird eine selektive Trennung der PAK und Amine von ihrer Gesteinsmatrix, der Straßenaufbruchprobe, erzielt. Durch die Lösungsmittelselektivität wird zusätzlich die Anzahl an nachweisfremden Verbindungen reduziert: Aufgrund der polaren OH-Gruppe des Isopropanols werden Amine (deren funktionelle $-\text{NH}_2$ -Gruppe auch polar ist) in ausreichenden Konzentrationen vom Kühlfinger gelöst, durch die Lipophilie der Kohlenstoffkette werden PAK gelöst.

Bei der Aminonachweisreaktion (Abbildung 2) wird die reduzierende Eigenschaft primärer Arylamine ausgenutzt. Sie reduzieren rotes Blutlaugensalz (KHF III) zu gelbem Blutlaugensalz (KHF II), das mit Eisenchlorid den Farbkomplex Berlinerblau ausbildet, dessen Absorptionsmaximum bei $\lambda = 720 \text{ nm}$ liegt.

Bei photometrischen Versuchen zur messwerttechnischen Hinterlegung der Farbeffekte bei der Aminonachweisreaktion ergab sich folgendes Diagramm (Abbildung 3, Seite 258):

Abbildung 2: Reaktionsmechanismus der Aminonachweisreaktion



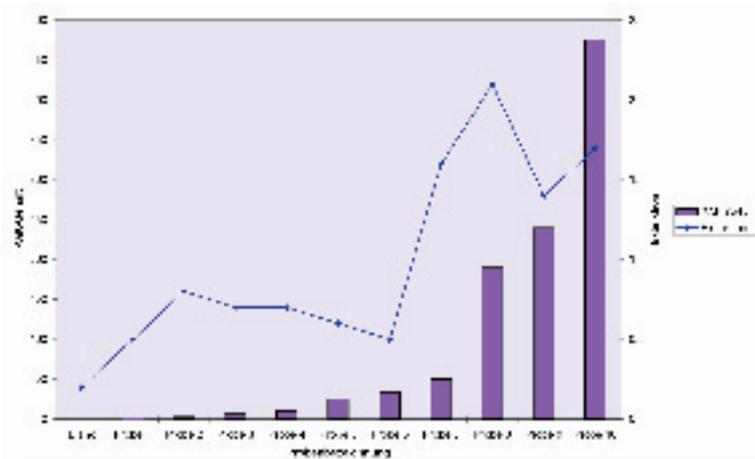


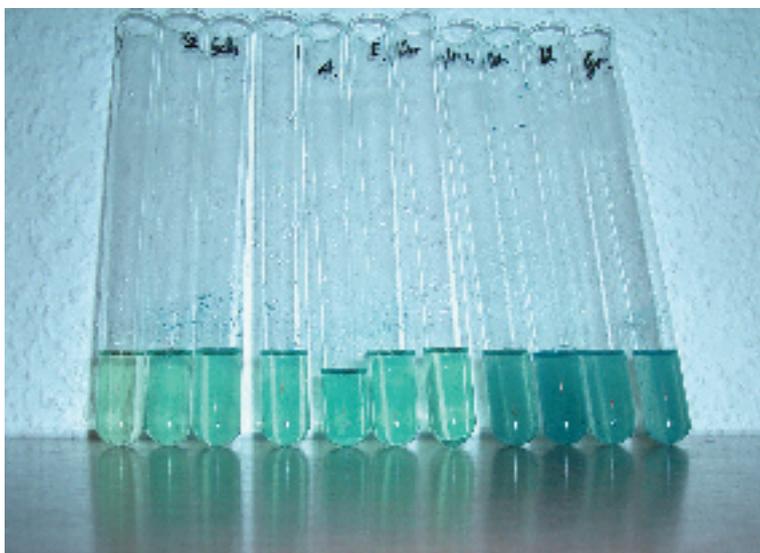
Abbildung 3: PAK-Extinktions-Diagramm

Die „linke“ x-Achse beinhaltet die Skalierung für die auf konventionellem Wege bestimmten PAK-Gehalte der Straßenaufbruchproben, sodass an den einzelnen Säulen der gaschromatographisch bestimmte PAK-Gehalt abgelesen werden kann. Im Vergleich dazu sind die Extinktionen der nach der Aminonachweisreaktion des Schnelltests vorliegenden Lösungen eingetragen.

Dabei sind genau zwei Abstufungen zu erkennen: Von „Blank“ zu „Probe 1“ und von „Probe 6“ zu „Probe 7“. „Blank“ ist die Blindprobe (Es wurde nur Lösungsmittel, d. h. ohne Resublimat, eingesetzt), in der also die Farbe ausschließlich von den Reagenzien ausgeprägt wird. Die nächsten 6 Proben unterschreiten den PAK-Grenzwert von 40 mg/kg, während die restlichen Proben den Grenzwert überschreiten. Die Extinktionsdifferenzen sind deutlich zu erkennen, sodass die Farbeffekte erklärt sind. (Abbildung 4).

Die Extinktionssprünge von Blank zu unbelastet und belastet sind (wie auf dem Foto zu erkennen) eindeutig mit dem menschlichen Auge erfassbar, sodass der Schnelltest ohne Photometer durchgeführt wird.

Abbildung 4: Aminonachweisreaktion



Beim UV-Test ergeben sich folgende Ergebnisse (von links: 1. Probe: blank, 2.-5. PAK < 40 mg/kg, 6.-9. PAK > 40 mg/kg): Auch hier ist die Abgrenzung von den belasteten und unbelasteten Proben deutlich durch die Fluoreszenzbildung der belasteten Proben zu erkennen. Bei dem UV-Test ist allerdings eine Vergleichsprobe mit ca. 40 mg/kg in die Beurteilung einzubeziehen. Es ist darauf hinzuweisen, dass der erstgenannte Aminonachweis aufgrund der durchgeführten umfangreichen Untersuchungen sich als verlässlicher erwiesen hat. Der UV-Test sollte als sehr schnell anwendbare und nicht aufwändig durchzuführende Bestimmungsmethode als Begleitverfahren zusätzlich herangezogen werden. (Abbildung 5).



Abbildung 5: UV-Test mit Geldscheinprüfer (366 nm)

Fazit

In summa ist das in vorliegender Forschungsarbeit präsentierte Schnelltestverfahren sehr perspektivenreich und viel versprechend, da es in Zukunft bei angemessener Ausreifung bzw. Standardisierung viele Probleme vermeiden könnte, insbesondere weil uns die PAK-Problematik des Straßenbaus als Resultat jahrzehntelanger Teerölverwendung noch lange beschäftigen und vor viele Fragen stellen wird. Denn ein Großteil an hoch PAK-kontaminiertem Material befindet sich unter beliebig vielen Schichten von bituminösen Schwarzdecken (Asphalt), mit dem in neuerer Zeit viele teerhaltige Straßenbeläge einfach abgedeckt, jedoch keineswegs unschädlich gemacht wurden.

Durch dieses Procedere wurde die Umweltverfügbarkeit der PAK zwar nach oben zur Erdoberfläche hin verhindert, jedoch keineswegs die Umweltverfügbarkeit in anderen räumlichen Richtungen. Auch in den nächsten Jahrzehnten werden durch Straßensanierungsarbeiten immer wieder teerhaltige Straßenaufbrüche zu Tage befördert. Für die schnelle und umweltschonende Entsorgung muss weiterhin gesorgt werden.

Zum 90. Geburtstag von Professor Dr. Wilhelm Fresenius Aktiv das 10. Lebensjahrzehnt angehen

Stehend bringen ihm die vielen Gäste ihre Ovationen, als er, Professor Dr. Wilhelm Fresenius, am 17. Juli 2003 in seiner Europa Fachhochschule Fresenius in Idstein den bis zum letzten Platz gefüllten Festsaal zur Feier seines 90. Geburtstages betritt. Beobachtet man den interessierten Zuhörer, den schmunzelnden Jubilar, dann weiß man, diese Veranstaltung ist zu seinen Ehren, seine Verdienste werden gewürdigt, Schlaglichter werden auf seinen Lebensweg geworfen, er steht wie so oft in seinem Leben im Mittelpunkt. Er genießt es still und mit einer gewissen Art Überlegenheit. Er ist wohl der Älteste im Saal. Ihm gehört der Dank vieler Freunde und Weggefährten, die meisten können sich dem Wort von Professor Dr. Leo Gros, Vizepräsident der Europa Fachhochschule anschließen, der seine Laudatio mit der Feststellung eröffnet: „Heute bin ich nur sieben Jahre älter als wenn ich halb so alt wäre wie Sie, lieber Herr Fresenius.“ Respekt und tiefe Anerkennung ob des Geleisteten sprachen aus allen Laudationes und Glückwünschen.

Professor Dr. Fresenius, ein schon in der Geschichte der Chemie in Deutschland und im Laufe der Zeit weit darüber hinaus bekannter Name ist heute mindestens so anziehend wie vor mehr als 150 Jahren, als die Dynastie Fresenius ihr segensreiches Werk begann. Der Jubilar übernahm endgültig 1949, nach dem Tode des Onkels Ludwig, das schon damals berühmte Chemische Laboratorium Fresenius in Wiesbaden, nachdem er seine Karriere als frisch promovierter Chemiker mit der Dissertation über „Ultrarotspektren und Normalschwingungen des Hydrazins“, die er bei Professor A. Eucken in Göttingen anfertigte,

1939 begann. Heute ist daraus die Europa Fachhochschule Fresenius (EFF) geworden mit derzeit sieben Fachhochschul-Studiengängen und acht Ausbildungen. Zur Chemie sind vor wenigen Jahren Studiengänge und Ausbildungen besonders im gesundheitlichen Pflegebereich hinzugekommen, wie Hans-Jörg Bähr, der heutige Präsident der Fachhochschule Fresenius, der vor fünf Jahren die Nachfolge von Professor Fresenius angetreten hat, in seiner Ansprache hervorhob.

Professor Dr. Leo Gros spürte man in seiner Laudatio die direkte und intensive Beziehung zu Professor Fresenius an. Ihm war es wichtig, Fresenius' Art des Umgangs mit der Tradition einerseits und dem Heute andererseits hervorzuheben. Innovation in Wissenschaft und Lehre sowie Beständigkeit sind die Schlüsselwörter. „Vertrauen“, so Gros, „ist ein ‚Kredit‘, den uns unsere Kunden und Studierenden geben, und der in den Bilanzen von Unternehmen nicht ausgewiesen ist. Er ist schwer zu erringen und leicht verspielt. Sie, Professor Fresenius, haben ihn erhalten und gemehrt.“

Das Institut Fresenius ist neben der Fachhochschule die zweite Institution, an der die Tradition des Hauses Fresenius fortgeführt wird. Den Themen Sicherheit, Gesundheit und Verbraucherschutz hat sich das Institut Fresenius gewidmet. Es ist Ansprechpartner bei der analytischen Begleitung und Lösung von chemischen, biologischen und physikalischen Fragestellungen. „Institut Fresenius“ ist ein Markenname, bei Herstellern, im Handel, bei Dienstleistungsunternehmen und Endverbrauchern gleichermaßen bekannt. Seit über 30 Jahren gibt es das Institut-Fresenius-Siegel, das zu den ältesten und renommiertesten Qualitätssiegeln in Deutschland gehört. Professor Fresenius nimmt heute wie eh und je am Leben des



Prof. Dr. Wilhelm Fresenius bei seiner spontanen Dankesansprache (Fotos: H.-M. Kuß).

Instituts Fresenius regen Anteil, berichtete Dr. Uwe Schwien, Vorstandsvorsitzender des Instituts Fresenius, der seinen Arbeitsplatz nur wenige Meter vom Büro von Professor Fresenius entfernt hat.

„Ich suche keinen Schuldigen, sondern Lösungen“, nach dem Wort von Ford hielt und hält es Professor Fresenius und damit charakterisierte Leo Gros die Art des Jubilars im Umgang mit Problemen.

Im „Umgang mit Menschen“ fand Leo Gros eine dritte Stärke des Jubilars. In der langen Zeit als Leiter der Chemieschule und der Fachhochschule hat Fresenius Verantwortung für die Studierenden übernommen und tut es noch heute als Mitglied des Hochschulrates der Fachhochschule. Generationen von Studierenden und Schülern der Ausbildungen danken dem Leiter Fresenius noch heute, wie die spontane gleichwohl vorbereitete Glückwunschanrede eines ehemaligen Schülers der Chemotechniker-Ausbildung unter dem Beifall der Gäste versicherte.



Prof. Dr. Fritz H. Frimmel, Vorsitzender der Fachgruppe Wasserchemie der GDCh, gratuliert Wilhelm Fresenius.

Die in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten geleistete Pionierarbeit von Professor Fresenius auf den heute noch immer oder mehr denn je aktuellen Problemfeldern und Herausforderungen zur Frage der Zukunftsfähigkeit der deutschen Hochschulen würdigte Professor Dr. Joachim-Felix Leonhard, Staatssekretär im Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, der die Glückwünsche des Ministerpräsidenten und der Landesregierung überbrachte. Zu allen heute brennenden Fragen, wie z. B. Internationalisierung, Praxisrelevanz bzw. Berufsfähigkeit, Durchlässigkeit zwischen Beruf und Studium, habe Professor Fresenius überall da, wo er Verantwortung übernommen hat, Stellung genommen und Lösungen erarbeitet. „In Punkto Praxisrelevanz und Durchlässigkeit der Ausbildung“, so Professor Leonhard, „können Sie eine Vorreiterrolle für sich in Anspruch nehmen; das Konzept der Anrechnung von Leistungen aus einer einschlägigen Berufsausbildung auf ein Studium wurde bereits 1973 vom damals zuständigen Hessischen Kultusminister als ‚für die Entwicklung des Fachhochschulwesens bedeutsamer Versuch‘ charakterisiert“. Er hob besonders den Weitblick bei der

Entwicklung seiner (Fresenius') Fachhochschule hervor.

Die Festveranstaltung, wie könnte es auch anders sein, hatte ebenso ihren wissenschaftlichen Teil, der vom Preisträger des Fachgruppenpreises Analytische Chemie der GDCh 2003, Dr. Herbert Oberacher von der Universität des Saarlandes, Dr. Ralph Weyandt vom Institut Fresenius und Professor Dr. Georg Schwedt von der Technischen Universität Clausthal, der ganz im Geiste der Zeit vor etwa 230 Jahren die damalige Mineralwasseranalytik mit historischen Experimenten den interessierten Zuschauern anschaulich und unterhaltsam näher brachte.

Im Lebenslauf von Professor Fresenius ist das Jahr 1948 von besonderer Bedeutung, als er mit dem Band 129 für viele Jahrzehnte Herausgeber der berühmten, im Dezember 1861 erstmals erschienen „Zeitschrift für Analytische Chemie“ wurde, die von der Zeit an für mehr als 50 Jahre mit seinem Namen verknüpft war.

Neben der Arbeit als Herausgeber wissenschaftlicher Zeitschriften, als Dozent, neben seiner Tätigkeit als Leiter der Chemieschule Fresenius, später Rektor der Fachhochschule

Fresenius und Geschäftsführer von Institut Fresenius (später Aufsichtsratsvorsitzender) sind zahlreiche ehrenamtliche Tätigkeiten in Gemeinden, Staat, Kirche und wissenschaftlichen Fachgremien wie der Gesellschaft Deutscher Chemiker zu nennen.

Professor Fresenius ging in seiner spontanen Dankesrede auf Beiträge der Laudatoren ein, lobte und fand auch kritische Worte. Getreu seiner Lebensphilosophie war der Blick nach vorne gerichtet, wo noch viele Fragen auf Antworten warten.

Dem aufmerksamen Besucher war es nicht entgangen, als Professor Fresenius die Fachhochschule lange vor der Feier betrat, so wie es seine Art ist, still, unauffällig, den Nebeneingang benutzend. Zu der Zeit gehörte der Haupteingang noch den Gästen. So ist er, sich nicht in den Vordergrund drängend aber immer im Vordergrund stehend.

Die CLB reiht sich gerne in die lange Schlange der Gratulanten ein. Seit der Gründung der Zeitschrift im Jahre 1950 ist Professor Dr. Wilhelm Fresenius Mit Herausgeber dieses monatlichen Magazins (siehe Umschlagseite 2). Wir gratulieren ihm recht herzlich.
Dr. Heinz-Martin Kuß

Lange Liste der Ehrungen für Wilhelm Fresenius

Ein Auszug aus der langen Liste der Ehrungen von Professor Fresenius legt Zeugnis von der wissenschaftlichen Persönlichkeit ab. Schon vor vielen Jahren wurde ihm die erste Ehrung zuteil. Die bisherige Krönung ist die Verleihung des Großen Verdienstkreuzes der Bundesrepublik Deutschland und die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft der Gesellschaft Deutscher Chemiker, der höchsten Auszeichnung der GDCh.

- 1967: Ernennung zum Honorarprofessor der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- 1977: Verleihung der Carl-Duisberg-Plakette der Gesellschaft Deutscher Chemiker
- 1979: Verleihung des Verdienstkreuzes 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland
- 1983: Ehrenmitgliedschaft des Deutschen Bäderverbandes
- 1995: Ehrenmitglied der Fachgruppe Wasseranalytik der Gesellschaft Deutscher Chemiker
- 1997: Ehrenvorsitzender der Vereinigung für Bäder und Klimakunde des Deutschen Bäderverbandes
- 1998: Ehrenmitgliedschaft der österreichischen Gesellschaft für Mikrochemie und Analytischen Chemie
- 1998: Ehrenmitgliedschaft der Japanischen Gesellschaft für Analytische Chemie
- 1998: Clemens-Winkler-Medaille der Fachgruppe Analytische Chemie in der GDCh
- 1998: Leo-Grünhut-Preis für Balneologie der Vereinigung für Bäder- und Klimakunde
- 1998: Großes Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland
- 2000: Goethe-Plakette des Landes Hessen durch das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst
- 2002: Ehrenmitgliedschaft der Gesellschaft Deutscher Chemiker

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

Juli 2003

Moderne Ionenanalytik (Teil 5): Maßanalyse

Von der „Teelöffelmethode“ zum Digitaltitrator

Die Titration – oder Maßanalyse – ist eine der ältesten Methoden zur quantitativen Ionenbestimmung. Sie beruht auf dem Prinzip der chemischen Umsetzung. Beim Titrieren ermittelt man dasjenige Volumen einer Maßlösung (Titrant), das zur vollständigen Umsetzung mit einem Analyten gerade notwendig ist. Man befindet sich dann am Äquivalenzpunkt. Trotz vieler neuer, vorwiegend physikalischer Bestimmungsmethoden ist die Titrimetrie als „nass-chemische Methode“ auch heute noch ein Standardverfahren der quantitativen Analytik.

Die Ursprünge der Maßanalyse liegen etwa in der Mitte des 18. Jahrhunderts. Antoine Laurent Lavoisier widerlegte damals endgültig die bis dahin vorherrschende Phlogistontheorie und prägte den heutigen Elementbegriff. Er identifizierte korrekt 23 Elemente und erkannte Wasser als eine chemische Verbindung, die einen bestimmten Anteil Sauerstoff enthält. Dies alles gelang ihm durch Messen und Wägen.

Die praktischen Grundlagen der Titrimetrie legten wahrscheinlich Angestellte der Textilindustrie, die die Qualität von Bleich- und Färbemitteln beurteilen mussten. Die erste wissenschaftlich belegbare Titration war die Gehaltsbestimmung von Essigsäure. Claude Joseph Geoffroy versetzte 1729 Essig solange mit abgewogenen Portionen Pottasche bis die Gasentwicklung zum Stillstand kam

und konnte so den Säuregehalt ermitteln. Dabei diente die feste Pottasche als „Maßlösung“ und die bei Reaktionsende ausbleibende Gasentwicklung als Indikator.

Erstmals einen Farbindikator setzte Gabriel Francois Venel

bei einer Mineralwasseranalyse ein. Die schnelle Rotfärbung von Veilchenextrakt bei Zusatz von nur geringen Mengen Schwefelsäure zeigte ihm, dass das untersuchte Wasser nicht basischer als Schneewasser war.

Entwicklungsstationen der Titrimetrie (Daten aus „Jander Jahr – Maßanalyse“)

1729	C. J. Geoffroy	Gehaltsbestimmung von Essigsäure
1750	G. F. Venel	Mineralwasseranalyse mit Farbindikator
1756	F. Home	Volumetrische Gehaltsbestimmung von Pottasche Fällungstitration zur Wasserhärtebestimmung
1784	L. B. Guyton de Morveau	Erste Erwähnung der Urform einer Bürette („gaso-mètre“, ein zylindrisches, mit Papier beklebtes Glasrohr, auf das eine Einteilung gezeichnet war)
1809	F. A. H. Descroizilles	Erste Beschreibung eines Messkolbens
1824	J. L. Gay-Lussac	Erstmalige Verwendung der Namen Pipette (petite mesure) und Bürette (burette)
1832	J. L. Gay-Lussac	Fällungstitration zur Silberbestimmung mit Natriumchloridlösung
1851	J. von Liebig	Älteste Komplexbildungstitration
1877	E. Luck	Phenolphthalein, erster synthetischer Indikator
1893	R. Behrend	Erste potentiometrische Titration
1897	W. Böttger	Beschreibung einer potentiometrischen Titration von Säuren und Basen unter Verwendung der Wasserstoffelektrode
1900	F. Crotonigo	Platinelektrode zur potentiometrischen Indizierung einer Redox Titration
1909	F. Haber, Z. Klemensiewicz	Einführung der Glaselektrode als Indikatorelektrode
1926	C. W. Foulk, A. T. Bawden	Namensgebung der Dead-Stop-Titration mit zwei polarisierten Wasserstoffelektroden zur Indikation
1936	Schellbach	Streifen zur besseren Ablesbarkeit von Büretten
1955	K. Schlotterbeck, J. Städtler	Kolbenbürette
ab 1958		Motorbetriebene Kolbenbürette, Potentiograph mit registrierendem automatischen Titrator, Endpunkttitrator, weitere Automatisierung

Entwicklung synthetischer Indikatoren		
1876	Fluorescein	Säure-Base-Indikator
1877	Phenolphthalein	Säure-Base-Indikator
1878	Methylorange	Säure-Base-Indikator
1908	Methylrot	Säure-Base-Indikator
1910	Fluorescein	unter UV-Licht
1915	Sulfophthaleine Diphenylamin	Säure-Base-Indikatoren Redoxindikator
1923	Fluorescein	Adsorptionsindikator

Die Einführung der Volummessung bei einer Titration und die erste Fällungstitration gehen auf Francis Home zurück. Er bestimmte den Gehalt von Pottasche durch volumetrische (teelöffelweise) Zugabe der Maßlösung Salpetersäure. Außerdem ermittelte er die Wasserhärte durch tropfenweise Zugabe von Alkalimetallcarbonatlösung. Dabei wartete er vor jedem neuen Tropfen das Absetzen der entstandenen Trübung ab.

In den folgenden hundert Jahren entwickelte und verbesserte man Büretten, Pipetten und Messkolben, die Rück- und die Redox-titration, die Jodometrie und die Permanganometrie. Joseph Louis Gay-Lussac baute die vorhandenen praktischen Ansätze zu einer wissenschaftlichen Methode aus und gilt oft als eigentlicher Begründer der Maßanalyse. Schließlich führte Justus von Liebig 1851 die erste Komplexbildungstitration durch,

indem er alkalische Cyanidlösung mit Silbernitratlösung titrierte, bis sich der entstehende Niederschlag beim Schütteln nicht mehr auflöste.

Erste zusammenfassende Bücher verhalfen der Titrimetrie zu ihrer endgültigen Ausbreitung: 1850 erschien von Karl-Heinrich Schwarz die „Praktische Anleitung zu Maßanalysen (Titrier-Methode)“; 1855 kam das von Friedrich Mohr verfasste „Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode“ heraus, dessen letzte bearbeitete Auflage 1914 erschien. Seit 1935 gibt es das Buch „Maßanalyse“ von Gerhart Jander und Karl-Friedrich Jahr, das heute Gerhard Schulze und Jürgen Simon in 16. Auflage weiterführen. Hieraus stammen die folgenden Einteilungsmöglichkeiten für Titrationsarten nach

- Reaktionstyp
 - Säure-Base-Titration
 - Fällungstitration
 - Komplexbildungstitration
 - Redox-titration
- Endpunkterkennung
 - Chemische Indikation
 - Physikalische Indikation
- Titrationsart
 - Direkte Titration
 - Indirekte Titration

Optische Endpunktanzeige

Am Titrationsendpunkt kann es zu einer Farbänderung (visuelle Beobachtung oder photometrische Messung), einer Trübung (turbidimetrische Messung), einer Fluoreszenz (fluorimetrische Messung) oder einer geänderten Oberflächenspannung (tensidometrische Beobachtung) kommen. Bei der farbige indizierten Titration setzt man in der Regel einen Indikator

zu, dessen Farbe sich möglichst am Titrationsendpunkt ändert. Eine sich selbst indizierende Titration benötigt keinen Farbindikator: Einer der in Analysenlösung oder Titrant vorhandenen Stoffe ändert am Endpunkt seine Farbe. Beispiele für selbstindizierende Titrationsarten sind permanganometrische oder – in Gegenwart einer Stärkelösung – iodometrische Bestimmungen aus dem Bereich der Redox-titrationen.

Die visuelle Endpunktanzeige ist die am längsten bekannte und eine noch immer häufig angewandte Methode. Die erste Theorie über den Farbumschlag stellte 1894 Wilhelm Ostwald auf. Demnach sind Indikatoren schwache Säuren oder Basen, die als undissoziierte Verbindungen eine andere Farbe aufweisen als ihre Ionen. Heute findet man komplexere Theorien, die auf der Quantentheorie und der Wellenmechanik beruhen.

In der Praxis ist wichtig, dass Farbindikatoren zum einen mit dem Analyten reagieren können. Die so gebildete Verbindung setzt am Ende der Titration den Indikator wieder frei: Wenn der Analyt fast vollständig mit dem Titriermittel reagiert hat, verdrängt das Titriermittel den Indikator aus dessen Verbindung zum Analyten. Dies geht mit einer Farbänderung einher. Beispielsweise reagiert Phenolphthalein bei Säure-Base-Titrationen mit Protonen zu einer farblosen Substanz. Im Alkalischen wird das Proton abgespalten. Die Farbe schlägt nach Rotviolett um.

Zum ändern kann ein Farbindikator mit dem Titriermittel reagieren. Dann bleibt die Farbe so lange erhalten, bis am Ende der Titration der erste Reagenzüberschuss auftritt: Das Titriermittel verbindet sich mit dem Indikator. Ein Beispiel ist die Chloridbestimmung nach Mohr: Halogenidionen werden mit Silbernitratlösung titriert. Als Indikator dient Kaliumchromat. Ein Überschuss an Silberionen führt zur Ausfällung von rotbraunem Silberchromat.

Bei Wahl geeigneter Indikatoren kann man mit der visuellen Indi-

Die Tabelle zeigt eine Auswahl häufig gebrauchter Farbindikatoren für wässrige Säure-Base-Titrationen (Quelle: Metrohm).

Indikator	Umschlagsbereich [pH]	Farbänderung (sauer - basisch)
Thymolblau, 1. Umschlag	1,2 – 2,8	rot - gelb
m-Kresolpurpur, 1. Umschlag	1,2 – 2,8	rot - gelb
Bromphenolblau	3,0 – 4,6	gelb - violett
Methylorange	3,1 – 4,4	rot - gelborange
Bromkresolgrün	3,8 – 5,4	gelb - blau
Methylrot	4,4 – 6,2	rot - gelb
Lackmus	5,0 – 8,0	rot - blau
Bromphenolrot	5,2 – 6,8	gelb - purpur
Bromthymolblau	6,0 – 7,6	gelb - blau
Thymolblau, 2. Umschlag	8,0 – 9,6	gelb - blau
Phenolphthalein	8,2 – 9,8	farblos - rotviolett
Alizarinengelb R	10,0 – 12,1	hellgelb - rotbraun
Epsilonblau	12,0 – 13,0	orange - violett

kation gute Ergebnisse erzielen. Nachteil der Methode ist vor allem, dass sie sich nicht automatisieren und kaum validieren lässt. Das Farbempfinden eines jeden Individuums ist verschieden und auch von der Beleuchtung abhängig. Eine Verbesserung kann die photometrische Indikation bringen: Das (individuelle) menschliche Auge wird durch einen (neutralen) Sensor ersetzt. Die Methode kann automatisiert und validiert werden.

Farbindikatoren haben keinen Umschlagspunkt – sie haben einen Umschlagsbereich. Dieser Umstand kann die Richtigkeit der Ergebnisse von Titrations mit visueller Endpunktserkennung erheblich beeinflussen. Als Faustregel gilt: Das menschliche Auge nimmt einen Farbumschlag wahr, wenn sich die Konzentrationsverhältnisse der beiden Indikatorspezies von einem Verhältnis von zum Beispiel eins zu zehn auf zehn zu eins geändert haben. Bei pH-Indikatoren bedeutet dies, dass sich der pH um zwei Einheiten geändert haben muss. Oft verwendet man daher Indikatorgemische mit jeweils einem kleineren Umschlagsbereich. Auf weitere Details und Grundlagen einer pH-Titration gehen wir in einer der nächsten Folgen näher ein.

Bei Fällungstitrationen kann man Adsorptionsindikatoren einsetzen. Sie lagern sich an die gefällten Niederschläge oberflächlich an. Oberflächen von Niederschlägen tragen Ladungen. Daher ist das Verhalten von Adsorptionsindikatoren stark vom pH-Wert der Lösung abhängig. Außerdem entstehen in Gegenwart größerer Elektrolytmengen durch Ausflockung (starke Niederschlagsbildung) Störungen. In diesen Fällen sollte man ein Schutzkolloid zusetzen, um einen feinen Niederschlag zu erhalten. Beispiele für Adsorptionsindikatoren sind:

- Bromphenolblau für Halogenide und Thiocyanat; farblos bei Halogenidüberschuss, blau bei Silberionenüberschuss.

- Eosin für Bromid und Iodid; hellrosa bei Halogenidüberschuss, dunkelrosa bei Silberionenüberschuss.

Typische Fällungstitrationen sind die Chloridbestimmung nach Mohr (mit Kaliumchromat als Indikator) und die Silberbestimmung nach Volhard. Hier werden die Silberionen mit Thiocyanat titriert. Ein Überschuss von Thiocyanationen wird mit Hilfe von Fe(III)-Ionen erkannt (Rotfärbung):



Redox-Indikatoren sind Verbindungen, bei denen sich reduzierte und oxidierte Form in ihrer Farbe unterscheiden. Ihre Farbe passt sich während einer Titration also dem in der Lösung herrschenden Redox-Potential an. Dabei gilt es zu beachten, dass das Redox-Potential des Farbindikators bei Verwendung eines oxidierenden Titriermittels höher und bei Verwendung eines reduzierenden Titriermittels niedriger liegt, als dasjenige des entsprechenden Titriermittels. Redox-titrations werden in der Regel in stark sauren Lösungen durchgeführt. Typische Indikatoren sind Safranin O, Methyleneblau und Diphenylamin.

Farbindikatoren für komplexeometrische beziehungsweise chelometrische Titrations bilden mit dem zu bestimmenden Metallion einen Farbkomplex der sich schlagartig ändert, wenn alle Metallionen durch das Titriermittel (um)komplexiert respektive abtitriert sind. Zu den oft verwendeten Farbindikatoren gehören Eriochromschwarz T für Ca, Cd, Hg, Mg, Pb und Zn und Murexid für Co, Cu und Ni.

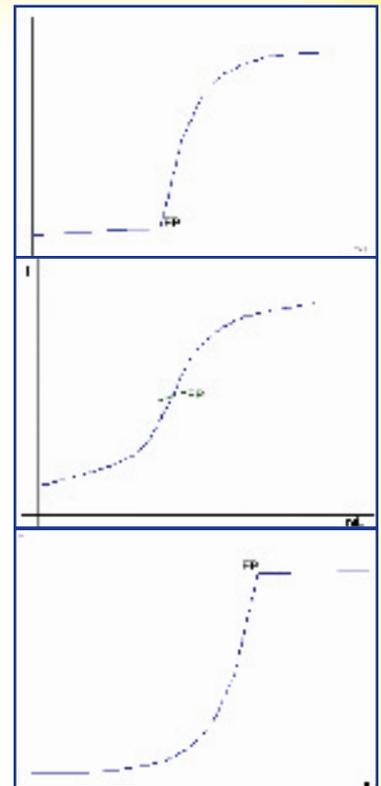
Photometrisch indizierte Titrationskurven können verschiedene Formen haben, die abhängig sind von

- der Indikation: Selbstindikation oder Fremdindikation (Indikator)
- der Stabilitätskonstante des Indikators mit dem Edukt beziehungsweise Produkt der Titrationsreaktion (bei fremdindizierten Titrations).

Abbildung 1:
Typ 1: Der Indikator ändert seine Farbe erst nach dem Endpunkt der Titration → Knickpunktauswertung.

Typ 2: Der Indikator ändert seine Farbe im Bereich des Endpunktes der Titrationsreaktion → „potentiometrische“ Wendepunktauswertung.

Typ 3: Der Indikator ändert seine Farbe nach dem Endpunkt der Titrationsreaktion nicht mehr → Knickpunktauswertung (Quelle: Metrohm).



Bei fremdindizierten Titrations ergeben sich drei Grundstrukturen, deren Titrationskurven (beziehungsweise deren Endpunkte) verschieden ausgewertet werden (Abbildung 1). Ein Beispiel für photometrische Indikation ist die Titration von Calcium mit EDTA-Lösung. Dabei verfolgt man in einem Spektralbereich um 640 Nanometer die Bildung des freien Indikators Calconcarbonsäure am Äquivalenzpunkt. Zu Beginn der Titration bildet das im Überschuss vorhandene Calcium einen Calcium-Calconcarbonsäure- und einen EDTA-Komplex. Kurz vor dem Äquivalenzpunkt verdrängt EDTA die Calconcarbonsäure aus ihrem weniger stabilen Calcium-Komplex. Die Extinktion steigt an: Es handelt sich also um den Typ 3 in Abbildung 1.

Anekdoten aus dem Chemiepraktikum für Mediziner

„Soll ich die Indikator-tablette vorher auflösen? Sie passt gar nicht in die Bürette ...“

„Meine Pipette ist kaputt. Immer, wenn ich oben was reinschützte, läuft es sofort unten wieder raus...“

Elektrometrische Endpunktanzeige

Neben der visuellen respektive photometrischen Methode ist die Potentiometrie die am häufigsten angewandte Methode zur Endpunktsindikation titrimetrischer Analysen. Eine Vielzahl von (zum Teil auf die Anwendung speziell entwickelter) Sensoren steht dem Anwender zur Verfügung – für wässrige und nichtwässrige Säure-Base-Titrationsen, Redox-titrationsen, Fällungstitrationsen und chelometrische beziehungsweise komplexometrische Titrationsen. So kann man zum Beispiel eine Chloridlösung mit einer Maßlösung von Silbernitrat titrieren. Man ermittelt den Äquivalenzpunkt dadurch, dass man in Abhängigkeit vom Reagenzzusatz das Potential der Ag^+ -Ionen gegenüber einem eintauchenden Silberblech als Elektrode misst und grafisch darstellt.

Die Messanordnung für potentiometrische Messungen besteht immer aus zwei Elektroden – einer Indikatorelektrode und einer Referenzelektrode (Bezugselektrode). Indikator- oder auch Messelektroden sind zum Beispiel die Glas-

Abbildung 2: Galvanispannung ...

- U1: ... der Messelektrode gegen die Messlösung
- U2: ... des Innenpuffers gegen die Glasmembran
- U3: ... der inneren Ableitelektrode gegen den Innenpuffer
- U4: ... der Referenzelektrode.
- U5: Diffusionspotential am Diaphragma (Quelle: Metrohm)

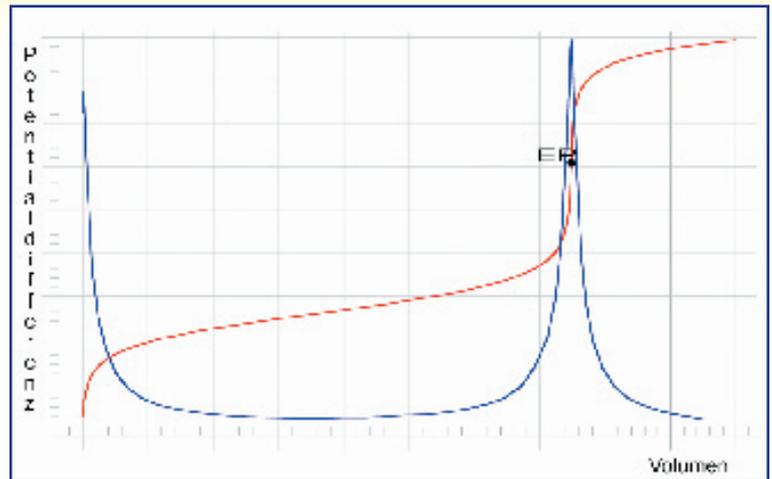
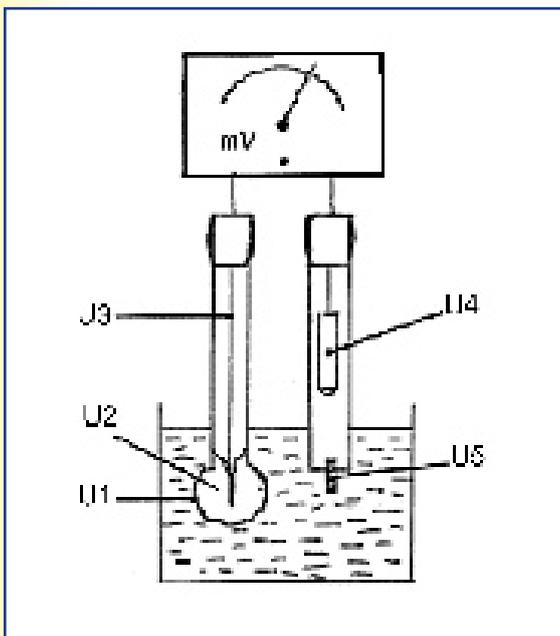


Abbildung 3: Trägt man während einer Titration die zwischen zwei Elektroden gemessene Potentialdifferenz gegen das Volumen der Maßlösung auf, erhält man eine Titrationskurve (blau). Am Titrationsendpunkt (EP) ist die Steigung der Kurve am größten. Die rote Kurve stellt die 1. Ableitung der Messkurve dar, die die Auswertung erleichtert (Quelle: Metrohm).

elektrode für pH-Bestimmungen, die Fluorid- und die Silberelektrode. Als Referenzelektrode dient heute meist eine Silber/Silberchloridelektrode. Früher verwendete man auch Kalomel ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$) -Elektroden. Es ist nicht möglich, das Potential E (auch genannt Galvanispannung U) einer einzelnen Elektrode direkt zu messen. Man kann nur die Potentialdifferenz ΔE zwischen zwei Elektroden bestimmen, die sich in einem geschlossenen Stromkreis befinden.

Die Indikatorelektrode liefert dabei ein Elektrodenpotential, welches von der Zusammensetzung der Lösung abhängig ist. Die Referenzelektrode hat die Aufgabe, ein von der Messlösung möglichst unabhängiges Elektrodenpotential vorzugeben (Referenz-/Bezugspotential). Die Spannungsmessung erfolgt praktisch stromlos mit einem Voltmeter mit extrem hochohmigem Messeingang (mehr als zehn hoch dreizehn Ohm). Dies ist wichtig, um Spannungsabfälle zu vermeiden. Die gemessene Potentialdifferenz setzt sich dann aus den Einzelpotentialen zusammen, die Indikator- und Referenzelektrode geben. Abbildung 2 zeigt dazu einen schematischen Aufbau mit einer separaten pH-Glaselektrode (links) und einer Referenzelektrode (rechts). Bei einem solchen Aufbau ändert sich nur die Spannung der

Messelektrode gegen die Messlösung U_1 , während die übrigen Spannungen konstant bleiben. Die Nernst-Gleichung beschreibt den mathematischen Zusammenhang zwischen der Aktivität a (für verdünnte Lösungen vereinfacht Konzentration) des Messions und der zwischen Messelektrode und Referenzelektrode gemessenen Spannung U , beziehungsweise dem Potential E :

$$E = E_0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln a, \text{ dabei ist}$$

- E_0 das Standard-Redoxpotential.
- R die universelle Gaskonstante.
- T die Temperatur in Kelvin.
- n die Ladung des Messions.
- F die Faraday-Konstante.
- a die Aktivität der Messionen.

Trägt man nun die gemessene Potentialdifferenz gegen das Volumen der verwendeten Maßlösung auf, erhält man eine Titrationskurve (Abbildung 3). Zunächst wird das Potential der vorgelegten Ionen angezeigt, die bei weiterer Zugabe umgesetzt werden. Schließlich erhält man das Potential der Ionen der Maßlösung. Im Äquivalenzpunkt (Endpunkt EP) ist die Steigung der Titrationskurve am größten.

Weitere Grundlagen der Titration werden wir an Hand von praktischen Beispielen in kommenden Folgen dieser Reihe erläutern. MB

Studie der GDCh zeigt:

Chemiestudium wieder beliebter

Wie jedes Jahr hat die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) auch 2002 statistische Daten zu den Chemiestudiengängen erhoben. Es zeigt sich, dass in allen Bereichen die Zahl der Studienanfänger wieder steigt.

Vor allem in Diplom-Chemie gab es mehr Neuimmatrikulationen. Auch die Anzahl der Vordiplomprüfungen nahm zu, während die Summe der Diplomprüfungen auf niedrigem Niveau blieb und die Zahl der Promotionsprüfungen erwartungsgemäß erneut zurückgegangen ist – ein Trend, der sich in den kommenden drei bis vier Jahren fortsetzen wird. Auch in Biochemie, den Lehramtsstudiengängen und den FH-/DI-Studiengängen sind die Anfängerzahlen gestiegen. Trotz der schwierigen wirtschaftlichen Lage war die berufliche Situation für Absolventen der Chemiestudiengänge deutlich besser als befürchtet, da die zurückgehenden Einstellungen in der Industrie größtenteils durch die ebenfalls sinkenden Absolventenzahlen kompensiert wurden.

Chemie

Im Jahr 2002 begannen 5322 Anfänger ihr Chemie-Studium,

davon 665 in einem Bachelor-Studiengang. Der Anteil weiblicher Studienanfänger in der Chemie lag wie im Vorjahr bei 46 Prozent. Die durchschnittliche Studiendauer bis zum Diplom einschließlich der Diplomarbeit betrug 11,9 Semester, bis zur Promotion 20,1 Semester.

Noch immer schließen die meisten Diplom-Chemiker (93 Prozent im Jahr 2002) an ihr Studium eine Promotion an. Von den promovierten Absolventen wurden 38 Prozent in der Chemischen Industrie eingestellt. Sechs Prozent der Absolventen blieben nach der Promotion im Forschungsbereich an einer Hochschule oder einem Forschungsinstitut. Vier Prozent kamen im öffentlichen Dienst unter, jeweils ein Prozent nahm ein Zweitstudium auf oder wurde freiberuflich tätig. Neun Prozent der promovierten Absolventen (Vorjahr sieben Prozent) waren zum Zeitpunkt der Umfrage stellensuchend.

Biochemie

Im Studiengang Biochemie stiegen die Anfängerzahlen und auch die Zahl der Vordiplom-, Diplom- und Promotionsprüfungen. Inclusive Bachelor-Anfänger begannen 717 Studierende 2002 ihr Biochemie-

studium. Der Frauenanteil war mit 58 Prozent bei den Anfängern und mit 50 Prozent an der Gesamtzahl der Studierenden deutlich höher als im Chemiestudiengang. Im Mittel benötigten die Studierenden bis zum Diplom 10,7 und bis zur Promotion 18,6 Semester.

Lebensmittelchemie

Im Studiengang Lebensmittelchemie begannen 397 Personen ihr Studium. Der Frauenanteil lag bei 72 Prozent. Die Dauer für Studium und Doktorarbeit betrug durchschnittlich 16,3 Semester.

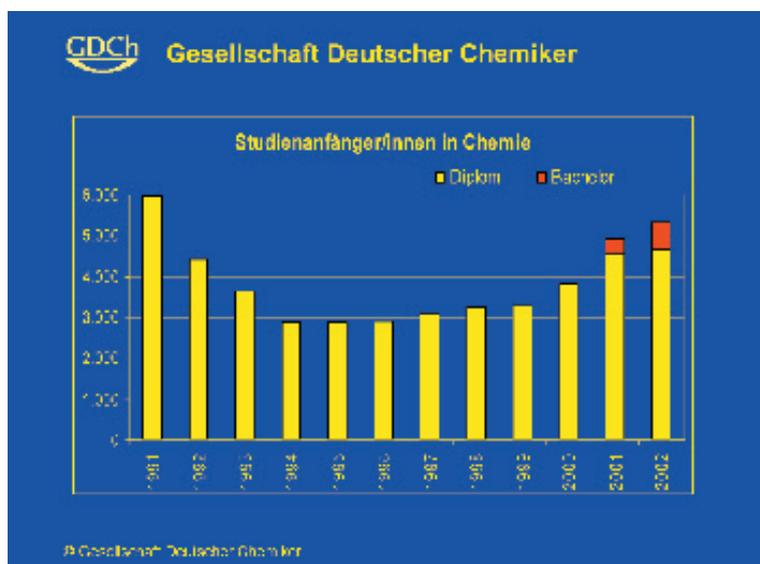
Lehramt

Auch bei den angehenden Lehrern sind die Anfängerzahlen im Vergleich zum Vorjahr angestiegen und betragen für das Lehramt an Haupt- und Realschulen (Sekundarstufe I) 549 und für das Lehramt an Gymnasien (Sekundarstufe II) 1245. Insgesamt waren im Jahr 2002 1766 Studierende und 7 Doktoranden für das Lehramt der Sekundarstufe I eingeschrieben. 5230 Studierende und 89 Doktoranden wurden für das Lehramt der Sekundarstufe II registriert. 183 Studierende bestanden die Prüfungen für die Sekundarstufe I und 498 für die Sekundarstufe II. 16 angehende Lehrer schlossen im Berichtsjahr ihre Promotion ab.

FH-/DI-Studiengänge

Auch bei den FH- und DI-Studiengängen der Gesamthochschulen wurden mit 1294 Personen, darunter 43 Prozent Frauen, mehr Studienanfänger als in den Vorjahren registriert. Im Jahr 2002 bestanden 566 Studierende die Diplomprüfung, davon 40 Prozent Frauen. Die mittlere Studiendauer lag bei 10,0 und der Medianwert bei 9,3 Semestern.

Abbildung: Im Jahr 2002 begannen 5322 Anfänger ihr Chemie-Studium, davon 665 in einem Bachelor-Studiengang. Die Zahl der Studienanfänger erhöhte sich damit erneut gegenüber dem Vorjahr (4924).



Aus der Bildungslandschaft

- An Industrie-, Handwerks- und Handelsbetriebe, öffentliche Verwaltungen, Landwirte und Gastronomen, aber auch an interessierte Bürger richtet sich das neue Angebot der Odenwald-Akademie für das Studienjahr 2003/2004. Sie bietet Veranstaltungen an, die sich mit den Bereichen **Wissenschaft und Qualifizierung im Sektor Biomasse** befassen. Die von Wissenschaftlern der Technischen Universität Darmstadt geleiteten Veranstaltungen sind als zusammenhängende Reihe konzipiert.
- Der Saarbrücker Professor für Experimentalphysik Dr. Uwe Hartmann und das Landesinstitut für Pädagogik und Medien luden erneut zu einer Fortbildungsveranstaltung für Biologielehrer ein. Mit **Fortbildungsmaßnahmen im Bereich der Nanotechnologie** will das Saarland die rasche Integration nanotechnologischer Themen in den Unterricht an Gymnasien fördern.
- Seit Wintersemester 2002/03 wird an der Universität Kaiserslautern der **Diplomstudiengang „Biophysik“** angeboten. Um seinem interdisziplinären Anspruch von Beginn an gerecht zu werden, wird er gemeinsam von den Fachbereichen Physik, Biologie und Chemie getragen. Zurzeit gibt es einen vergleichbaren Studiengang nur an der Humboldt Universität in Berlin, dort aber mit Numerus Clausus.
- Diplomierte Naturwissenschaftler und Wirtschaftsingenieure mit guten Englischkenntnissen können sich noch bis zum 29. August 2003 an der TFH Berlin für einen **postgradualen Studiengang** bewerben: **„International Technology Transfer Management“** soll Unternehmen, die auf internationalen, insbesondere asiatischen und südamerikanischen Märkten sowie im EU-Erweiterungs-Raum expandieren möchten, qualifizierte Fach- und Führungskräfte bereit stellen.
- Der neue **Bachelor- und Masterstudiengang Biowissenschaften** an der Westfälischen Wilhelms-Universität wird vom Stifterverband in den kommenden drei Jahren mit 100 000 Euro unterstützt. Beim Aktionsprogramm „Reform Studiengänge“ des Stifterverbandes gehört Münster neben Bayreuth, Darmstadt und Düsseldorf zu den vier Siegerhochschulen, die Vorbilder für die Studienreform in Deutschland sein sollen.
- Im Auftrag des Deutschen Studentenwerks (DSW) und mit Finanzierung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) führt die Hochschul-Informations-System GmbH (HIS) aktuell die **17. Sozialerhebung** durch, in der Informationen über die wirtschaftliche und soziale Lage deutscher und ausländischer Studierender bundesweit repräsentativ ermittelt werden sollen. Nach Abschluss der Erhebungsphase beginnt nun die Auswertung. Erste Ergebnisse erwartet man im Frühsommer 2004.

Internet-Kurs

Molekülsymmetrie

Einen Internet-Kurs über Molekülsymmetrie und Isomerie haben Christoph Rücker und Joachim Braun von der Universität Bayreuth produziert. Unter dem Titel „Unimolis“ ist der Kurs in einer ersten Version unter <http://unimolis.uni-bayreuth.de> für jeden Interessenten kostenlos zugänglich.

Insbesondere für Studierende der Chemie und Biochemie gedacht, bietet der Kurs eine anschauliche und interaktive Einführung in die Struktur der Moleküle. Ausgehend von der Elementzusammensetzung wird der Begriff der Isomerie eingeführt und in seinen unterschiedlichen Erscheinungsformen vorgestellt.

Im Kapitel Konstitutionsisomerie erhält der Student Zugriff auf den Molekülgenerator „Molgen“, der zu einer gegebenen Summenformel alle Konstitutionsisomere konstruiert. Eine Vorstellung vom geometrischen Aufbau der Moleküle wird vermittelt, ebenso der Begriff der Symmetrie, beides Voraussetzung für das Verständnis der Stereoisomerie.

Chiralität und Topizität werden sowohl im Bereich der Molekülstrukturen als auch an makroskopischen Objekten veranschaulicht und auf das Fehlen bestimmter



Screenshots aus dem Internet-Kurs zur Molekülsymmetrie und Isomerie.

Symmetrien zurückgeführt. Den Abschluss bildet ein Kapitel über Konsequenzen diastereomorpher Wechselwirkungen sowohl in der Welt der Moleküle als auch in der Alltagswelt. Aufgaben mit Lösungen zu jedem Kapitel bilden einen integralen Bestandteil des Kurses.

Vor längerer Zeit schon ist eine Schulversion „Molis“ entstanden, die auch bereits an einigen bayerischen Gymnasien installiert ist, aber auch über das Internet benutzt werden kann.

Neben diesen Internet-Versionen sollen auch für Laptop beziehungsweise Tablet-PC geeignete Implementierungen entwickelt werden. Ein erster Versuch der Übertragung auf einen Tablet-PC zeigte, dass diese Rechner als Lernmittel zur Verwendung von Kursen, die über die Möglichkeiten eines Buchs weit hinausgehen, sehr geeignet sind.



Chemie-Olympiade in Athen

Der Osten sahnt ab

Zwei Goldmedaillen, eine Silber- und eine Bronze-medaille sind das Ergebnis der deutschen Mannschaft bei der 35. Internationalen Chemie-Olympiade in Athen. Erkennbar ist eine Preishäufung Richtung Osten. Das gilt sowohl innerdeutsch als auch international.

Henry Bittig aus Cottbus (Brandenburg) belegte Platz 18 (Gold), Richard Wendler aus Kramsdorf (Thüringen) kam auf Platz 22 (Gold), Vladislav Kulikov aus Hürth (Nordrhein-Westfalen) schaffte den

61. Platz (Silber) und Martin Dietterle aus Schönow (Brandenburg) erreichte den 113. Platz (Bronze). Insgesamt nahmen 232 Schüler aus 59 Nationen an diesem Wettbewerb teil. In einer inoffiziellen Nationenwertung konnte Deutschland den 9. Rang belegen. Rang 1 ging an China, gefolgt vom Iran. Von den europäischen Mitbewerbern lagen Russland und Weißrussland noch vor Deutschland.

Die theoretische Klausur bestand aus 35 Fragen. Die beste theoretische Klausur schrieb ein Schüler

aus Weißrussland. Die Plätze 2 und 3 belegten Schüler aus Indien und China. In der praktischen Klausur waren zwei experimentelle Aufgaben zu lösen: eine Synthese und die Titration von Ascorbinsäure mit Kaliumjodat.

Die 36. Internationale Chemie-Olympiade findet 2004 in Kiel statt. Veranstalter ist das BMBF. Sponsoren sind der Verband der Chemischen Industrie, der Fonds der Chemischen Industrie und die Gesellschaft Deutscher Chemiker. Ausgerichtet wird die Olympiade vom Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) und der Universität Kiel. Weitere Informationen im Internet: www.35icho.uoa.gr.

Multimediales Material für den Chemieunterricht

Virtueller Gaschromatograph und Drug Design

Chemie-Ausbilder werden bei der Zusammenstellung ihres Unterrichtes bald multimediales Lehrmaterial so einsetzen können, wie sie das heute mit Lehrbüchern und Experimenten tun. Auf der Achema 2003 zeigte die Fachinformationszentrum Chemie GmbH (FIZ Chemie Berlin) Prototypen multimedialer Unterrichtsbausteine zu verschiedenen Gebieten der Chemie.

Das elektronische Lehrmaterial wird seit 1999 im Rahmen des Leitprojektes „Vernetztes Studium – Chemie“ (VS-C) mit Unterstützung des Bundesforschungsministeriums (BMBF) entwickelt. 16 Projektpartner, darunter Chemieprofessoren und wissenschaftliche Mitarbeiter von 13 deutschen Hochschulen, beteiligen sich daran.

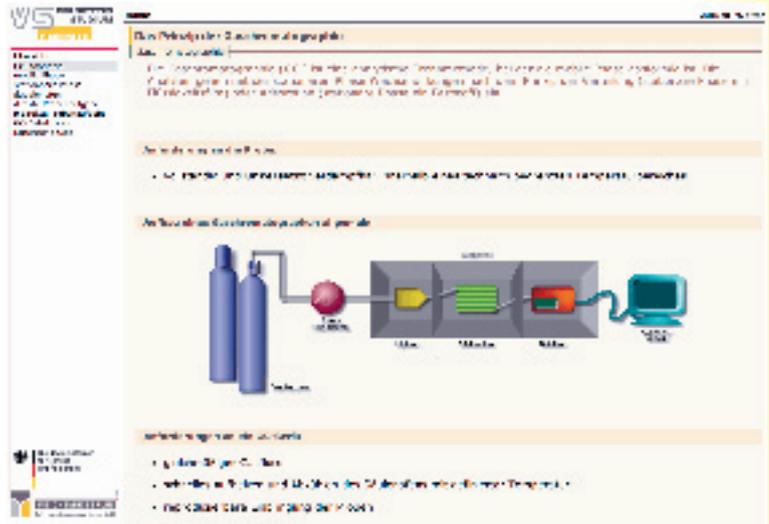
Die Lehrmodule bilden jeweils ein in sich abgeschlossenes Thema aus einem Teilbereich der Chemie ab, so zum Beispiel zur Allgemeinen Chemie das chemische Verhalten von Metallkristallen oder Kohlenwasserstoffen. Andere

Module ermöglichen die Simulation von Phasengleichgewichten, das spielerische Experimentieren mit einem virtuellen Gas-Chromatographen oder das Modellieren neuer Arzneimittel (Drug Design). Ein besonders eindrucksvolles Beispiel der Entwicklertruppe der TU-Berlin stellt die Visualisierung der Vorgänge der Nuklearmagnetischen Resonanz dar.

Das VS-C ist nicht als virtuelles Studium angelegt, sondern bewusst auf die Unterstützung des Chemieunterrichts an Hochschulen und in der beruflichen Aus- und Weiterbildung ausgerichtet. Aus den Modulen lassen sich Vorlesungen, Übungen und Praktika aufbauen. Aufgrund der logischen didaktischen Struktur kann der Lehrende das multime-

diale Begleitmaterial angepasst an das eigene Lehrangebot individuell zusammenstellen.

Details zum Projekt gibt es im Internet auf der Projekthomepage www.vs-c.de oder beim FIZ unter www.chemistry.de.



Lösungen zu Seite M56: 1 b; 2 a, c; 3 a, b, c; 4 c; 5 c; 6 b, c; 7 c, e; 8 a, e; 9 a; 10 b; 11 c; 12 c, e, i, k; 13 a, f, j, l; 14 b, h; 15 d, g; 16 d; 17 b, c; 18 b; 19 b; 20 b, c; 21 b;

Fragen zu Grundlagen der Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

- 1 Wie heißt die einfachste aromatische Carbonsäure?
 - a Benzolsulfonsäure
 - b Benzoesäure
 - c Benzol
 - d Benzopyren
- 2 Welche Verbindung ist eine Benzol-dicarbonsäure?
 - a Phthalsäure
 - b Benzolsulfonsäure
 - c Terephthalsäure
 - d Benzoesäure
- 3 Welches Substitutionsprodukt erhält man aus Essigsäure durch Umsetzung mit Chlor unter Lichteinwirkung?
 - a Monochloressigsäure
 - b Dichloressigsäure
 - c Trichloressigsäure
 - d Tetrachloressigsäure
- 4 Wie heißt die einfachste ungesättigte Monocarbonsäure?
 - a Äpfelsäure
 - b Acetessigsäure
 - c Acrylsäure
 - d Adipinsäure
- 5 Aus welcher der stellungsisomeren Hydroxybuttersäuren entsteht in einer intramolekularen Reaktion ein stabiles Lacton?
 - a α -Hydroxybuttersäure
 - b β -Hydroxybuttersäure
 - c γ -Hydroxybuttersäure
- 6 Welche Verbindung entsteht bei der Decarboxylierung von Acetessigsäure?
 - a Buttersäure
 - b Aceton
 - c Kohlendioxid
 - d Wasser
- 7 Welche der Hydroxy-Carbonsäuren trägt zwei OH-Gruppen?
 - a Äpfelsäure
 - b Citronensäure
 - c Glycerinsäure
 - d Gluconsäure
 - e Weinsäure
- 8 Welche der Hydroxy-Carbonsäuren trägt zwei COOH-Gruppen?
 - a Äpfelsäure
 - b Citronensäure
 - c Glycerinsäure
 - d Gluconsäure
 - e Weinsäure
- 9 Welches ist die einfachste Monohydroxy-Monocarbonsäure?
 - a Glycolsäure
 - b Milchsäure
 - c β -Hydroxybuttersäure
 - d β -Hydroxypropionsäure
- 10 Milchsäure ist eine
 - a Hydroxybuttersäure
 - b Hydroxypropionsäure
 - c Hydroxyessigsäure
 - d Hydroxybernsteinsäure
- 11 Wieviel Gramm der Ursubstanz Oxalsäure-Dihydrat sind einzuwiegen, um eine wässrige Oxalsäure-Lösung mit einer Äquivalent-Konzentration von 0,05 Mol pro Liter zu erhalten?
 - a 0,05 Gramm pro Liter
 - b 1,576 Gramm pro Liter
 - c 3,152 Gramm pro Liter
- 12 Ausgehend von der maximal übertragbaren Anzahl Protonen sind welche der folgenden Salze als einprotonig einzustufen?
 - a Oxalsäure
 - b Phosphorsäure
 - c Essigsäure
 - d Adenosintriphosphat (ATP)
 - e Salpetersäure
 - f Phenol-o-sulfonsäure
 - g Ethylendiamintetraessigsäure
 - h Citronensäure
 - i Milchsäure
 - j Bernsteinsäure
 - k Palmitinsäure
 - l Fumarsäure
- 13 Welche der in Frage 12 genannten Säuren sind als zweiprotonig einzustufen?
 - a Oxalsäure
 - b Phosphorsäure
 - c Essigsäure
 - d Adenosintriphosphat (ATP)
 - e Salpetersäure
 - f Phenol-o-sulfonsäure
 - g Ethylendiamintetraessigsäure
 - h Citronensäure
 - i Milchsäure
 - j Bernsteinsäure
 - k Palmitinsäure
 - l Fumarsäure
- 14 Welche der in Frage 12 genannten Säuren sind als dreiprotonig einzustufen?
 - a Oxalsäure
 - b Phosphorsäure
 - c Essigsäure
 - d Adenosintriphosphat (ATP)
 - e Salpetersäure
 - f Phenol-o-sulfonsäure
 - g Ethylendiamintetraessigsäure
 - h Citronensäure
 - i Milchsäure
 - j Bernsteinsäure
 - k Palmitinsäure
 - l Fumarsäure
- 15 Welche der in Frage 12 genannten Säuren sind als vierprotonig einzustufen?
 - a Oxalsäure
 - b Phosphorsäure
 - c Essigsäure
 - d Adenosintriphosphat (ATP)
 - e Salpetersäure
 - f Phenol-o-sulfonsäure
 - g Ethylendiamintetraessigsäure
 - h Citronensäure
 - i Milchsäure
 - j Bernsteinsäure
 - k Palmitinsäure
 - l Fumarsäure
- 16 Sortieren Sie folgende Säuren nach steigender Kohlenstoffanzahl: A Ameisensäure, B Buttersäure, C Essigsäure, D Palmitinsäure, E Propionsäure, F Stearinsäure, G Valeriansäure.
 - a A C B D G E F
 - b A C E B D F G
 - c A B C D E F G
 - d A C E B G D F
- 17 Welche Aussage ist richtig?
 - a Ethanol hat einen höheren Siedepunkt als Essigsäure.
 - b Essigsäure hat einen höheren Siedepunkt als Ameisensäure.
 - c Ameisensäure hat einen höheren Siedepunkt als Methanol.
 - d Methanol hat einen höheren Siedepunkt als Ethanol.
- 18 Wieviel Essigsäure enthält handelsüblicher Essig etwa?
 - a Zwei bis drei Prozent
 - b Fünf bis 15 Prozent
 - c 20 bis 30 Prozent
 - d 50 Prozent
- 19 Wieviel Citronensäure enthält Zitronensaft etwa?
 - a Unter einem Prozent
 - b Sechs bis acht Prozent
 - c 20 Prozent
 - d 50 Prozent
- 20 Wieviel Oxalsäure enthält Spinat etwa?
 - a Vier bis sechs Prozent
 - b Vier bis sechs Promille
 - c 0,4 bis 0,6 Prozent
 - d 0,4 bis 0,6 Promille
- 21 Was hat den niedrigeren pH-Wert?
 - a Haushaltssessig
 - b Zitronensaft

Genestart biotech award verliehen Retinachips und Vireninaktivierung

Die Retina Implant AG hat den zweiten internationalen Businessplan-Wettbewerb des Landes Baden-Württemberg, den Genestart biotech award, gewonnen. Das Unternehmen aus Tübingen setzte sich gegen 33 weitere Geschäftsideen durch. Dr. Horst Mehrländer, Staatssekretär des Wirtschaftsministeriums des Landes Baden-Württemberg und Prof. Dr. Konrad Beyreuther, Staatsrat für Lebens- und Gesundheitsschutz, des Landes Baden-Württemberg, überreichten jetzt die mit 30 000 Euro dotierte Auszeichnung.

Die Retina Implant AG entwickelt Netzhautprothesen, die bei bestimmten Augenerkrankungen das Sehen wieder ermöglichen sollen. Herzstück der Entwicklung ist ein Silicium-Chip, der unter die Netzhaut implantiert wird. Er wandelt das in das Auge einfallende Licht durch Photozellen in Strom um. Dieser Strom stimuliert die Nervenzellen der Netzhaut, die nun wieder Signale an das Gehirn senden können. Das Gehirn kann aus den Signalen ein Bild generieren. Der Patient soll so wieder sehen können, obwohl seine Photorezeptoren im Auge degeneriert sind. Die grundsätzliche Funktionalität des Systems konnte in Tierexperimenten nachgewiesen werden (siehe CLB 04/2003, Seite 142 ff. „Chips im Kopf“).

Den zweiten Preis mit 20 000 Euro erhielt das Leverkusener Gründerteam Uviva. Das Team kann mit einem neuen Verfahren zur Inaktivierung von Viren in Produktlösungen Medikamente sicherer machen. Dies ermöglicht ein neuartiger UV-Licht-Reaktor mit einer wendelförmigen Strömungsführung. Die Phenex Pharmaceuticals AG aus Heidelberg erreichte den mit 10 000 Euro dotierten dritten Platz. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, über einen



Das strahlende Siegerteam der Retina Implant AG nach der Preisverleihung (Foto: Bulmahn).

Targetklassenansatz an Nukleären Rezeptoren neue selektive Medikamente zu entwickeln. Nukleäre Rezeptoren stellen eine Proteinfamilie dar, die bereits hervorragende Angriffsorte für Medikamente hervorgebracht hat.

Die 13 Jurymitglieder aus Wirtschaft und Wissenschaft wählten aus den Teilnehmern der Endrunde sieben weitere Finalisten, die mit je 2500 Euro honoriert wurden. Als Festredner referierte Heribert Schmitz, Aufsichtsratsvorsitzender der Hewlett-Packard GmbH, über die Bedeutung der Unternehmenskultur: „Das Management unterschätzt heute dramatisch, welchen Einfluss der Führungsstil und die Unternehmenskultur auf die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter haben.“

Gerade junge Start-up-Unternehmer sollten von Anfang an die Weichen für eine positive, motivierende Unternehmenskultur stellen. „Möglicherweise könnte hier auch das Einfühlungsvermögen von Frauen helfen, die leider in keinem der Siegerteams vertreten waren.“

Proteine, Gene und Hormone (1)

Die komplette Genomsequenz des Meeresbakteriums *Pirellula* (kleine Birne) entschlüsselten Forscher der Max-Planck-Institute für Marine Mikrobiologie, Bremen, und für Molekulare Genetik, Berlin, sowie der TU München und der Universität Kiel. Meeresbakterien spielen in den globalen Stoffkreisläufen der Erde eine grosse Rolle. Jetzt ist es möglich, nicht nur einen Blick auf den gesamten Bauplan des Bakteriums zu werfen, sondern auch die Funktion unzähliger Enzyme und ihr Zusammenspiel im Stoffwechsel vorherzusagen. Dies erlaubt den Meeresbiologen neuartige Einblicke in die Lebensweise von Bakterien im Meer.

Sterbende Zellen senden ein Phospholipid (Lyso-phosphatidylcholin LPC) als lösliches Attraktions-signal für Phagozyten aus, zusätzlich zu den bereits bekannten „Eat-me-Signalen“. Wird eine apoptotische Zelle nicht rechtzeitig entsorgt, platzt sie auf und der freigesetzte Zellinhalt verursacht eine allgemeine Entzündungsreaktion. Dies kann zur Entstehung von Autoimmunerkrankungen beitragen. Forscher des Universitätsklinikums Tübingen zeigten an genetisch veränderten Mäusen, dass Defekte in der Entsorgung apoptotischer Zellen ein dem humanen systemischen Lupus erythematoses ähnliches Multi-Organ-Inflammationssyndrom zur Folge hatte.

Die 3D-Struktur eines wichtigen Abwehrenzys haben Wissenschaftler der Max-Planck-Institute für Biochemie und Neurobiologie in Martinsried bei München aufgedeckt und ein neues kostengünstiges Herstellungsverfahren entwickelt. Tumorzellen und viral infizierte Zellen werden von Killerzellen, die mit Proteasen beziehungsweise Granzyme ausgerüstet sind, eliminiert. Die Strukturaufklärung des Granzym A, eines von 120 Proteasen des Menschen, die die Aminosäure Serin im ihrem Zentrum haben, ist wichtig für die Optimierung von Protease-Blockern, die bei Transplantationen, Autoimmunkrankheiten oder chronischen Infektionskrankheiten eingesetzt werden.

Die vollständige Sequenzierung des Schimpansenchromosoms 22 hat jetzt ein internationales Wissenschaftlerteam aus acht Forschungseinrichtungen in Deutschland, China, Japan, Korea und Taiwan bekannt gegeben. Das 33,2 Megabasen grosse Chromosom wurde mit 99,998 % Genauigkeit entschlüsselt. Auf dem menschlichen Gegenstück, dem Chromosom 21, wurden bereits eine Reihe wichtiger Krankheitsgene identifiziert, einschliesslich der für das Down-Syndrom, die Alzheimersche Krankheit, Epilepsie und akute Leukämie. Die Sequenzdaten von menschlichem und Schimpansen-genom sind zu 98,5% identisch. Die ersten Ergebnisse der Sequenzanalyse weisen darauf hin, dass durch die grosse Anzahl an eingeschobenen und weggefallenen Sequenzabschnitten (Insertionen und Deletionen) und Basenaustauschen sich die Proteine beziehungsweise deren Struktur bei beiden Spezies in mindestens 10% unterscheiden.

25 Jahre CTA-Ausbildung am Berufskolleg Kartäuserwall Chemie lohnt sich in Köln

Weiterhin eine gute „Marktlücke“ für die CTA-Ausbildung sieht man am Berufskolleg Kartäuserwall in Köln. Das ergab eine Podiumsdiskussion anlässlich des 25jährigen Bestehens dieser Ausbildung.

So bestätigte Schulleiter Josef Recht in seiner Begrüßung, das 90 Prozent der Absolventen bereits einen Arbeitsvertrag in der Tasche hätten. Klaus Heidenreich, Hauptinitiator der Ausbildung vor mehr als 25 Jahren, erläuterte, dass schon damals das Berufsbild aus einer Marktlücke heraus entstanden sei. Viele mittlere und kleinere Unternehmen benötigten Arbeitnehmer mit soliden Chemiekennnissen, konnten aber nicht wie die Großunternehmen eigene Ausbildungen anbieten. Diese Lücke schlossen private Schulen mit attraktiven Namen wie „Akademie“ oder „Technikum“ – mit einem Nachteil: sie kosteten etliches an Geld.

1975 stellte die Stadt Köln einen Schulentwicklungsplan mit Stärkung der Naturwissenschaften auf. In diesem Gefolge konnte dann – nach einem ersten abgelehnten Antrag – 1978 der Kampf um eine kostenlose CTA-Ausbildung gewonnen werden. Allerdings vermuteten etliche: Nach ein paar Jahren wird es die CTA-Ausbildung mangels Nachfrage nicht mehr geben. Wie Heidenreich erläuterte, forderte man eine Mindest-Schülerzahl von 23, und das bei einer schon existierenden, aber kosten-

pflichtigen CTA-Ausbildung an der Rheinischen Akademie. Nun: Jene Ausbildungsmöglichkeit gibt es seit ein paar Jahren nicht mehr, aber weiter die CTA-Ausbildung am Kartäuserwall...

Dies wird wohl so bleiben. Wie der CTA-Lehrer der ersten Stunde, Dieter Schwenk, herausstellte, bietet die Ausbildung alle Chancen. Einerseits könne man nach dem Abschluss in den Beruf gehen, Geld verdienen; andererseits seien Weiterbildungsmöglichkeiten vorhanden. Und die führen nach Aussagen von Prof. Dr. Astrid Rehorek von der Fachhochschule Köln bei guter Eignung bis zum „Master“-Abschluss. Sie wünscht sich allerdings eine größere Beteiligung mittlerer und großer Betriebe in den entsprechenden Ausbildungsstufen, etwa durch Praktikumsplätze oder die Einrichtung von Versuchswochen. Zur Zeit müsse man um jeden Praktikums-Euro kämpfen, ihn unter den verschiedensten Kostenstellen einwerben und verbuchen.

Fachlich monierte Rehorek, es fehle oft am klassischen chemischen Stoffwissen. Dies gehe soweit, dass die Schüler unsinnige Angst vor den eigenen Arbeitssubstanzen hätten. Ebenso sei das Stoffwissen unerlässlich, um beispielsweise Probennahmen richtig durchzuführen bzw. beurteilen zu können.

Dem pflichtete Dr. Hans-Ulrich Krieg bei, Geschäftsführer der Eco Umweltinstitut GmbH, Köln. Automatisierung im Labor würde den Bedarf an hochwertiger Ausbil-



Klaus Heidenreich gab einen historischen Abriss der CTA-Ausbildung am Berufskolleg, die er maßgeblich vorantrieb (Foto: Sabrina Müller).

dung eher verstärken. Der oder die CTA – praktisch gleichgestellt mit Laborant/Laborantin – müsse alle Parameter der Verfahren kennen, um diese richtig durchzuführen. Aus der Praxis konnte dies Paul Seidenfaden nur bestätigen, der nach seiner CTA-Ausbildung am Kartäuserwall jetzt über eine jahrelange Berufserfahrung verfügt.

Als Vertreter der Landesregierung versicherte der Leitende Regierungsschuldirektor Otto Allendorff, der den Ausbildungsgang inhaltlich mit der Schule abstimmt, es lohne sich für den Schulträger, in die CTA-Ausbildung zu investieren. Nur so werde man dem entsprechenden Qualifikationsbedarf in der bundesweit einzigartigen Chemieregion Köln gerecht. Der als Gast anwesende Kölner Stadtrat Dr. Walter Gutzeit versicherte, bei aller kommunalen Geldknappheit wolle man an der Bildung nicht sparen. *RK*

Links: Sehen weiterhin gute Chancen für die CTA-Ausbildung in Köln: Hans-Ulrich Krieg, Astrid Rehorek, Rolf Kickuth (Mod.), Otto Allendorff und Dieter Schwenk (v.l.; Foto: Sabrina Müller). Rechts: Frisch ausgebildete CTAs, BTAs und UTAs freuen sich über ihren Abschluss (F: rk; siehe auch www.kbs-koeln.de/berufskolleg-kartauserwall/bbs16/index.htm).



Das Berufskolleg Kartäuserwall

Am 1. August 1998 ist das Berufskolleggesetz in Kraft getreten und damit ist aus der ehemaligen BBS 16 der Stadt Köln das Berufskolleg Kartäuserwall geworden. Das Berufskolleg umfasst die Bildungsgänge der Berufsschule, der Höheren Berufsfachschule, der Fachoberschule und der Fachschule. Das Berufskolleg hat die Aufgabe, in einem differenzierten Unterrichtssystem in einfach- und doppeltqualifizierenden Bildungsgängen eine berufliche Bildung zu vermitteln. Es ermöglicht darüber hinaus den Erwerb der allgemeinbildenden Abschlüsse der Sekundarstufe II; die Abschlüsse der Sekundarstufe I können nachgeholt werden.

Das Berufskolleg Kartäuserwall deckt drei Berufsfelder in der dualen Berufsausbildung ab:

- Druck/Medien mit Berufen des Druckgewerbes sowie Mediengestaltern, Fotografen und Fotolaboranten
- Gesundheit mit Augenoptikern und Zahntechnikern
- Naturwissenschaften mit Chemikanten, Pharmakanten, Lacklaboranten, Werkstoffprüfern

Im Vollzeitbereich bietet das BK Kartäuserwall in den Naturwissenschaften an:

- Berufsgrundschuljahr (Biologie/Chemie/Physik) (einjährig)
- Biologisch-technische Assistenten (BTA)
- Chemisch-technische Assistenten (CTA)
- Umweltschutz-technische Assistenten (UTA)

In Abendform bietet das BK Kartäuserwall die Weiterqualifizierung zum Chemietechniker an.

Bei der Assistentenausbildung findet sowohl der theoretische als auch der praktische Unterricht in der Schule statt. Dazu stehen Laboratorien zur Verfügung, die eine professionelle Einarbeitung in die meisten Schlüsseltechniken der entsprechenden Fachrichtungen ermöglicht.

Für Schüler/innen mit „Mittlerer Reife“ dauert die Ausbildung drei Jahre – sie haben dann die berufliche Qualifikation und die allgemeine Fachhochschulreife. Abiturienten/innen erhalten nach zwei Jahren die berufliche Qualifikation.

Die meisten der Schülerinnen und Schüler beenden in dem Berufskolleg mit ihrem Bildungsgang ihre reguläre Schullaufbahn, um danach in das Berufsleben einzutreten. Einen besonderen pädagogischen Auftrag sieht die Schule deshalb nicht nur in der Vermittlung der theoretischen Grundlagen, die zum Bestehen der Abschlussprüfung und einer ausreichenden theoretischen Berufsqualifikation erforderlich sind, sondern auch in der Vorbereitung auf konkrete Lebens- und Arbeitsbedingungen nach der Berufsausbildung.



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

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



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

Bestellung bitte per Fax 06223-9707-41 oder per e-Mail an service@clb.de.

Herstellung sortenreiner Nanoröhren

Getrennt zwischen metallisch und halbleitend

Am Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe hat man jetzt herausgefunden, wie sich Nanoröhren sortieren lassen. Die Forscher erwarten dadurch einen wichtigen Impuls für die Entwicklung der Nanoelektronik mit Kohlenstoff-Nanoröhren.

Im Jahr 1991 entdeckte eine japanische Forschergruppe, dass sich Kohlenstoffatome zu winzigen Röhrcchen formen können, deren Wände nur eine Atomlage dick sind. Seitdem sind die „Nanoröhren“ zu einem der wichtigsten Forschungsobjekte der Nanotechnologie geworden (siehe CLB 12/2002, Seiten 461-463, und CLB 5/2003, Seite 192). Insbesondere in der molekularen Elektronik galten sie früh als Grundbausteine elektronischer Bauteile. Diese Erwartung erfüllte sich allerdings nur in Teilen, weil die Nanoröhren eine unangenehme Eigenschaft haben, die eine Verwendung in vielen Bereichen bisher verhinderte: Bei ihrer Herstellung entsteht ein Gemisch aus

zwei Typen mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften. Je nach Anordnung der Atome in den Wänden der Röhrcchen verhalten sie sich entweder wie Metalle oder wie Halbleiter. Eine Trennung der beiden Typen war bisher nicht möglich. Das stellte die Forscher bisher vor unlösbare Probleme und schränkte die Anwendung von Nanoröhren stark ein.

Wissenschaftlern aus dem Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe ist es nun gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem die Röhrcchentypen getrennt werden können. „In einem elektrischen Wechselfeld mit einer Frequenz von zehn Millionen Hertz wandern die metallischen und halbleitenden Nanoröhren in entgegengesetzte Richtungen. Damit können die metallischen Röhrcchen abgeschieden werden. Die nichtmetallischen verbleiben in der Lösung“, erklären Dr. Ralph Krupke, Physiker, und Dr. Frank Hennrich, Chemiker, die das Problem in einem fächerübergreifenden Ansatz lösen konnten. „Der Trennmechanis-

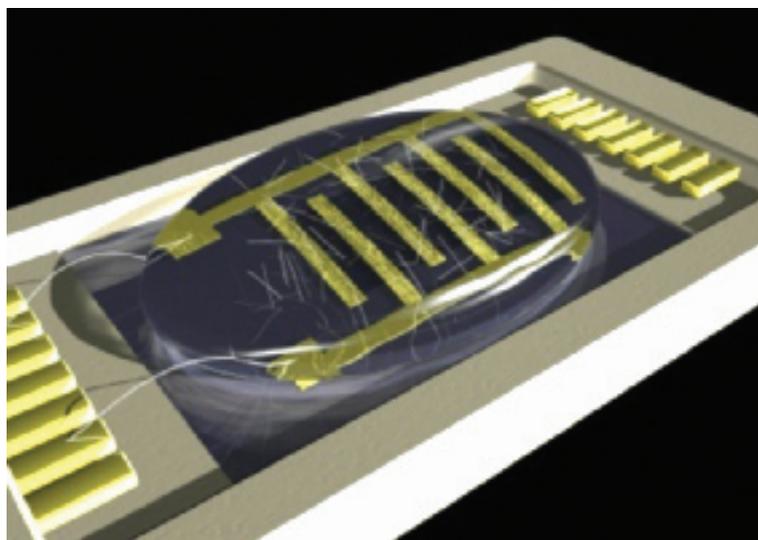
mus ist ein Nebenprodukt unserer eigentlichen Arbeit, die sich mit den elektrischen Eigenschaften von Nanoröhren beschäftigt. Wir haben dabei festgestellt, dass wir zwischen unseren Elektroden immer nur einen der beiden Röhrcchentypen, nämlich den metallischen, einfangen konnten. Das brachte uns auf die Idee, dies zu einer Methode zum Trennen der Röhrcchentypen auszubauen.“

Das Verfahren lässt sich in drei Schritte aufteilen: Zunächst wird eine wässrige Lösung hergestellt, in der die Röhrcchen einzeln vorliegen, das heißt keine „Klumpen“ bilden. Diese Lösung wird nun in ein ungleichförmiges (inhomogenes) elektrisches Wechselfeld gebracht. Aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften der metallischen und der halbleitenden Röhrcchen werden sie in entgegengesetzte Richtungen gezogen (durch Dielektrophorese) und können abgeschieden werden. Eine anschließende Analyse der Materialeigenschaften mittels Raman-Spektroskopie zeigt, dass ausschließlich metallische Nanoröhrcchen abgeschieden wurden; die nichtmetallischen verblieben in der Lösung.

Die nun sortenreinen Röhrcchen stehen für weitere Anwendungen zur Verfügung. Das Verfahren wurde vom Forschungszentrum zum Patent angemeldet. Im nächsten Schritt soll es für die Trennung größerer Mengen von Röhrcchen weiterentwickelt werden.

Die wissenschaftliche Arbeit wird in einer der nächsten Ausgaben der Zeitschrift „Science“ erscheinen und wurde vorab in „Science Express“ veröffentlicht (R. Krupke, F. Hennrich, H. v. Löhneysen and M. M. Kappes: Separation of Metallic from Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes). Sie wird außerdem von einem kommentierenden Artikel begleitet. *Joachim Hoffmann*

Illustration der Versuchsanordnung zur Trennung von Nanoröhren unterschiedlichen Typs: Die metallischen Nanoröhren (schwarz) werden aus einer Suspension zwischen den Mikroelektroden abgeschieden, die halbleitenden (weiß) verbleiben in der Lösung (Abb: Krupke/Hennrich).



Multiphotonenmikroskopie und Nanotechnik

Quantenpunkte im Blut

Jetzt lassen sich feinste Blutgefäße und Fettgeweboberflächen detailliert durch die Haut hindurch beobachten. Grundlage dafür ist der Einsatz von verkapselten Nanokristallen aus Kadmiumselenid und Zinksulfid. In Kombination mit der Multiphotonen-Mikroskopie nutzen Forscher um Watt W. Webb, Cornell University (Ithaca, New York), die Eigenschaft dieser Kristalle, als Quantenpunkte starke Fluoreszenzstrahlung abgeben zu können.

Nach ihren Aussagen sind entsprechende Aufnahmen von Kapillargefäßen, durch die ein Blutstrom mit injizierten Nanokristallen fließt, 1000 mal heller als solche, bei denen konventionelle organische Fluoreszenzmittel verwendet werden, beispielsweise Fluoresceinisothiocyanat. Dadurch erzielen die US-Forscher einen doppelt so tiefen Blick in das Gewebe wie bislang, und das bei unerreichter Detailvielfalt.

(Fortsetzung nächste Seite)

Was ist Multiphotonenmikroskopie?

Die Multiphotonenmikroskopie stellt eine neuartige 3D-Mikroskopie dar, die auf der beugungsbegrenzten Fokussierung von Laserstrahlung im nahen infraroten Spektralbereich (NIR) beruht (siehe CLB 11/2002, S. 429-430). Sie erfordert eine extrem hohe Konzentration von Photonen in Raum und Zeit. Bei extrem hohen Lichtintensitäten bis zu Terawatt pro Quadratmeter besteht die Möglichkeit einer simultanen Absorption von zwei NIR-Photonen (Zweiphotonen-Mikroskopie) oder drei NIR-Photonen. Ihre geringen Photonenenergien addieren sich und ermöglichen den Übergang in elektronische Zustände, die sonst nur mit UV oder kurzweiliger sichtbarer Strahlung möglich wären. Zum Beispiel können 780 nm-Photonen Zustände anregen, die sonst nur mit Strahlung von 390 nm (Zweiphotonen-Prozess) oder 260 nm (Dreiphotonen-Prozess) angeregt werden könnten. NIR Photonen können so UV-Effekte induzieren und sichtbare Fluoreszenzen anregen. Wichtigste Vorteile: Die Anregung der Moleküle erfolgt im Infraroten, also bei einer Wellenlänge, bei der die Zellen voll transparent sind. Zudem ist die Zerstörung der Zellen durch UV-Licht ausgeschlossen und die Schädigung durch Erwärmung minimal, da die notwendige **mittlere** Leistung relativ gering ist.

Entwickelt wurde die Multiphotonenmikroskopie von Dr. Winfried Denk (Foto) am Heidelberger Max-Planck-Institut für medizinische Forschung (siehe CLB 01/2003, S. 8), zusammen mit W. W. Webb (siehe nebenstehenden Artikel).



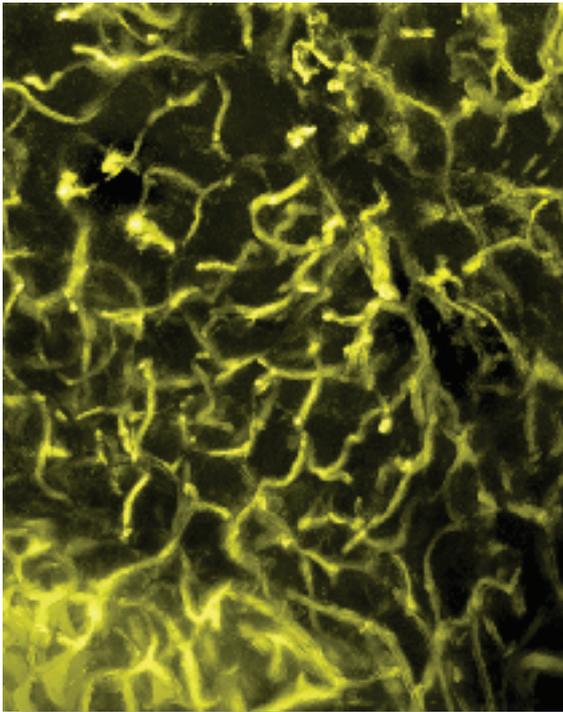
Proteine, Gene und Hormone (2)

Das Genom des krebserregenden Bakteriums Helicobacter hepaticus wurde von Wissenschaftlern der Universität Würzburg, des MIT/USA und Biotechnologie-Firmen vollständig entschlüsselt. Der Erreger ruft bei Mäusen Leberentzündung und Leberkrebs hervor. In Verbindung mit dem bekannten Mausgenom können nun systematisch die krebsauslösenden Eigenschaften des Bakteriums untersucht werden. Helicobacter hepaticus ist eng verwandt mit Helicobacter pylori, einem häufigen Krankheitserreger des Menschen, der Magenkrebs verursachen kann.

Den „Organisator“ der Schaltstellen im Gehirn haben Biologen der Ruhr-Universität Bochum gemeinsam mit Forschern aus Göttingen und den USA (Synapsen) gefunden: bestimmte Zelladhäsionsmoleküle, Neurexine, die sich an den Synapsen befinden. Sie beeinflussen die Aktivität von Kalziumkanälen in der Zellmembran, die wiederum für die Signalweiterleitung entscheidend sind. Das menschliche Gehirn enthält etwa 10^{10} Nervenzellen (Neurone), von denen jede einzelne an ca. 1000 Kontaktstellen mit anderen verknüpft ist. Sie leiten Signale an ihren langen Fortsätzen, den Axonen, in Form von elektrischen Spannungsveränderungen weiter. Sind die Neurexine defekt, bleiben die Signale auf der Strecke.

Wissenschaftler der University of California und anderer Universitäten konnten Gene beim Fadenwurm Caenorhabditis elegans identifizieren, die einen Einfluss auf die Lebenslänge haben. Wird das daf-2-Gen blockiert, so kann das daf-16-Gen, das die Genexpression reguliert, zahlreiche weitere Gene steuern, die vor allem für Prozesse verantwortlich sind, die Bakterien bekämpfen und freie Radikale unschädlich machen, aber auch die Aktivität von Genen hemmen, die lebensverkürzend wirken. Bis auf das daf-2-Gen kann sich keines der anderen Gene alleine auf die Lebensdauer auswirken, auch wenn sie daran einen Anteil haben. Nur wenn das daf-2-Gen ausgeschaltet wird, wirken alle Gene in einer Kaskade zusammen und können Langlebigkeit hervorbringen. Wie weit diese Ergebnisse auf den Menschen übertragbar sind ist derzeit nicht beantwortbar.

Der Nachweis einer Genveränderung und die vorbeugende Behandlung kann junge Männer vor dem plötzlichen Herztod retten. Wissenschaftler der Charité und des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) in Berlin haben zusammen mit Kollegen aus Kanada eine spezifische Genveränderung identifiziert, die für die erbliche Herzmuskelerkrankung (arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie ARVC) verantwortlich gemacht wird. Betroffene Patienten erhalten einen Defibrillator, ein Gerät, das im Notfall durch einen Stromstoß das Herz wieder in den normalen Rhythmus bringt.



Kapillaren im Fettgewebe einer Maus; Multiphotonenmikroskopie mit Quantenpunktkristallen (Abb.: Cornell Universität).

Forts. „Quantenpunkte im Blut“

Die Untersuchungsobjekte der Forscher waren Kapillaren in der Haut sowie solche im äußeren Fettgewebe der Eierstöcke von Mäusen. Bei den Kapillaren ließ sich sogar der Pulsschlag – 640 Mal pro Minute schlägt das Herz von Mäusen – durch sägezahnförmige Wandveränderungen der Äderchen erkennen.

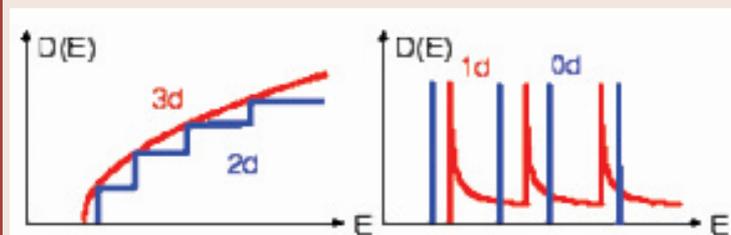
Probleme bereitet noch die pharmazeutische Formulierung der Quantenpunkte: Sie müssen wasserlöslich sein, ihr Verhalten an Eiweißkörpern muss analysiert werden, sie dürfen nicht toxisch sein, und müssen aus dem Körper gefahrlos entfernt werden. Die Wasserlöslichkeit lässt sich durch Silanisierung, Ankopplung hydrophiler Liganden oder – wie

von Webb durchgeführt – durch Verkapselung mit amphipathischen Polymeren erreichen. Mit dieser Verkapselung sind die Quantenpunkte 24 Nanometer groß; unverkapselt haben sie einen Durchmesser von sechs bis zehn Nanometern. Bei aller ungeklärter Toxizität: Die Mäuse lebten nach Aussagen der Wissenschaftler noch Monate später, wurden auf Auswirkungen der Quantenpunkt-Kristalle untersucht – bislang ohne Nebenwirkungen zu erkennen.

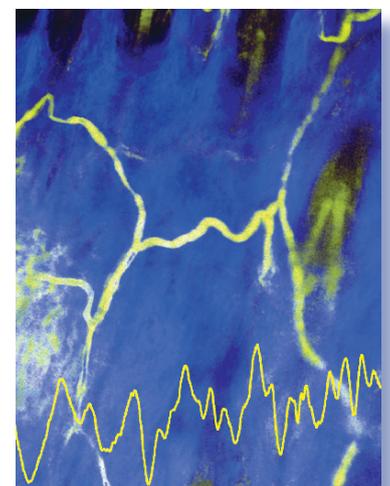
Anwendungen dieser Mikro-Angiographie (Darstellung von Schlagadern) mit Quantenpunkt-Labeln sehen die Forscher um Webb – er ist zusammen mit Denk Entwickler der Multiphotonenmikroskopie (siehe Kasten Seite 263) – beispielsweise in Untersuchungen des Adernwachstums in Tumoren. In Zukunft sei auch denkbar, die Nanokristalle an Antikörper anzukoppeln, damit deren Weg und ihr Andocken an Zellen von außen verfolgt werden könne. *RK*

Was sind Quantenpunkte?

In normalen Halbleitern können sich die Ladungsträger – Elektronen und Defektelektronen (Löchern) – räumlich ausdehnen (dreidimensionale Halbleiterstrukturen) und innerhalb bestimmter Energiebänder verschiedenste Energien einnehmen. Moderne Fertigungsverfahren erlauben es nun, die Ladungsträger immer mehr einzuengen, auf eine Fläche (zweidimensionale Struktur), eine Linie (eindimensionale Struktur, Quantendraht) oder gar auf einen nanoskopischen Punkt (nulldimensionale Struktur, Quantenpunkt). Quantenpunkte aus Halbleiterkristallen bestehen aus nur wenigen zehntausend Atomen, sind mit wenigen Nanometern Ausdehnung noch hundertmal kleiner als die derzeitigen Bauelemente der Mikroelektronik. Quanteneffekte bestimmen in solchen Nanokristallen aus Halbleitermaterial das Geschehen. Bereits bei Zimmertemperatur wirken Quantenpunkte als Käfige für Elektronen. Darin können sich die Ladungsträger nicht mehr frei bewegen, ihre Energie ist vollständig „quantisiert“. Es können wie in einem einzelnen Atom nur diskrete Energieniveaus besetzt werden; daher nennt man Quantenpunkte auch künstliche Atome. Springt in einem Quantenpunkt ein angeregtes Elektron von einem höheren in den niedrigeren Energiezustand, wird der Energieunterschied in Form von Licht ausgestrahlt. Die Wellenlänge des ausgesandten Lichts hängt von geometrischen Faktoren, von Form und Größe der Quantenpunkte ab. Die Abbildung zeigt die Anzahl elektronischer Zustände (Zustandsdichte) abhängig von der Energie der Ladungsträger bei drei-, zwei-, ein- und nulldimensionalen Halbleiterstrukturen.



Das Bild – Titelbild dieser CLB – zeigt Kapillaren unter der Haut einer lebenden Maus. Es wurde mit Multiphotonenmikroskopie aufgenommen. Als Fluoreszenzmittel im Blutstrom dienten Quantenpunkte in Form verkapselter Nanokristalle. Weil die roten Blutkörperchen keine Nanokristalle aufnehmen, erscheinen sie als Schatten, die sich über die Zeit beobachten lassen (gelbe Kurve unten im Bild; Abb.: Cornell Universität).



Durchbruch für Silicium-Photonik mit Quantenpunkten

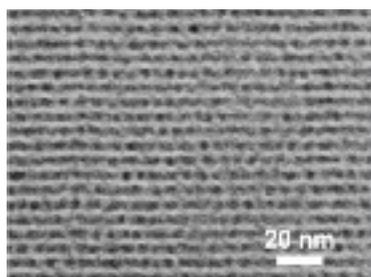
Silicium-Nanokristalle kontrolliert herstellen

Forscher am Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik haben jetzt ein Verfahren entwickelt, mit dem man die Größe von Silicium-Nanokristallen kontrollieren und diese maßgeschneidert auf 4-Zoll-Wafern herstellen kann.

Das Verfahren beruht auf einer Kombination aus Übergittern – einer Multilagenstruktur mit Schichtdicken von wenigen Nanometern und unterschiedlichen Bandlücken, und einer Phasenseparation in den ultradünnen Schichten. Die Übergitterstruktur aus amorphen Siliciumoxid-Schichten ($\text{SiO}_x/\text{SiO}_2$) wird mit einem heute gängigen technologischen Verfahren hergestellt. Das der MPG-Forscher ist eine besonders einfache Variante: Siliciumoxid wird unter Vakuum oder in sauerstoffhaltiger Atmosphäre verdampft (Abb. 1). Die entstehende amorphe SiO/SiO_2 -Übergitterstruktur wird dann in einer Stickstoffatmosphäre bei 1100 Grad Celsius getempert. Durch die auf diese Weise thermisch ausgelöste Phasenseparation wandelt sich SiO in den ultradünnen Sublagen in reine Silicium-Nanokristalle und in amorphes SiO_2 um, wodurch die Nanokristalle automatisch mit einem entsprechenden Barrierenmaterial umgeben sind (Abb. 2).

Die Größe der Kristalle in dem interessierenden Bereich von zwei bis fünf Nanometer kann über die Dicke der Schicht, und der Abstand

Abb. 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Dünnschicht-Films aus Silicium-Nanokristallen und amorphem Siliciumoxid nach der Temperung.



zwischen den Kristallen über die Dicke der SiO_2 -Barrierschichten und den Sauerstoffgehalt der SiO_x -Schichten gesteuert werden. Ein höherer Sauerstoffgehalt führt automatisch zu einem höheren Anteil des amorphen SiO_2 nach der Phasenseparation und somit zu einem größeren Abstand der Silicium-Nanokristalle innerhalb einer Sublage. Da die Lumineszenz des Siliciums mit der Zahl der Kristalle wächst und bei kleinen Kristallen die Quantenausbeute höher ist als bei größeren, sind vor allem sehr kleine Kristalle in hohen Dichten für eine möglichst hohe Lumineszenzintensität erforderlich.

Implantiert man in die nanokristallinen Strukturen Erbium-Ionen, tritt ein sehr effektiver Energietransfer von den Nanokristallen zu den Er^{3+} -Ionen ein; die Lumineszenz verlagert sich in den technisch interessanten Bereich von 1,54 Mikrometer. Diese Wellenlänge hat große Bedeutung in der optischen Datenübertragung, da die dort eingesetzten Glasfaserkabel bei 1,54 Mikrometer ein Transmissionsmaximum aufweisen. Auch werden Erbium dotierte Glasfasern als Verstärker für die optische Datenübertragung angewendet.

STMicroelectronics hat im Herbst des Jahres 2002 eine auf nanokristallinem Silicium basierende Leuchtdiode (LED) für 1,54 Mikrometer mit einem Wirkungsgrad von zehn Prozent vorgestellt. Diese beruht noch auf dicken SiO_2 -Schichten, in denen die Silicium-Kristalle durch Ionenimplantation erzeugt wurden, die sich relativ ungeordnet verteilen. Dieser Wirkungsgrad könnte durch das neue Verfahren und Strukturen, bei denen eine dichte Matrix von zwei Nanometer großen Kristallen erzeugt wird, noch übertroffen werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet der Silicium-Nanokristalle in oxidischer Matrix sind Speicherschaltkreise. So hat Motorola erst kürzlich den ersten

4-Megabit-Speicher vorgestellt, der die Ladungsspeicherung in Silicium-Nanokristallen ausnutzt.

Das neue Verfahren löst ein Problem der Photonik mit Silicium. Silicium ist ein indirekter Halbleiter und hat als solcher eine sehr ineffiziente Lichtemission bei Raumtemperatur. So werden in der Optoelektronik meist Strukturen basierend auf den III-V-Elementen wie etwa Galliumarsenid oder Indiumphosphid verwendet, welche aber nicht mit Silicium-Fertigungstechniken kompatibel sind.

Einen Ausweg bieten Strukturen im Nanometer-Bereich, denn in diesen Abmessungen zeigt Silicium andere Eigenschaften. Im Bereich von wenigen Nanometern wird die Beweglichkeit von Elektronen und Elektronen-Fehlstellen im Silicium stark eingeschränkt. Es bilden sich Quantenpunkte, und es treten „Quantum-Confinement-Effekte“ auf, wodurch sich die Bandlücke des Siliciums vergrößert und die Lichtemission in den sichtbaren Bereich verschiebt (siehe nebenstehenden Kasten: Was sind Nanopunkte?). Deshalb gibt es seit über zehn Jahren intensive Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Silicium-Nanokristalle. Diese können auf sehr unterschiedlichen Wegen hergestellt werden, doch immer stellte sich das Problem, wie man die Größe dieser Nanokristalle kontrollieren könnte. Das Verfahren zur maßgeschneiderten Herstellung von Silicium-Nanokristallen auf 4-Zoll-Wafern haben die Wissenschaftler um Dr. Margit Zacharias am Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle/Saale, auch zum Patent angemeldet.

Dr. Andreas Trepte

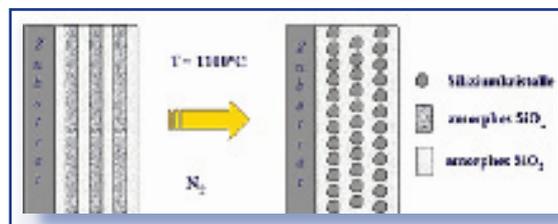


Abb. 1: Phasenseparation und Erzeugung von Silicium-Nanokristallen in einer Matrix aus Siliciumoxid durch Temperung von amorphen SiO/SiO_2 -Übergittern bei 1100 Grad Celsius (Abbildungen: Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik).

Forschungszentrum Jülich organisiert „Center of Nanoelectronic Systems“ Auf der Suche nach neuen Grenzen

Neuere Materialien, Bauelemente und Funktionen für die Computer von übermorgen entwickeln – dieses gemeinsame Ziel haben sich sieben Institute des Forschungszentrums Jülich auf ihre Fahnen geschrieben. In dem am 7. Juli gegründeten „Center of Nanoelectronic Systems for Information Technology“ wollen Physiker, Chemiker, Ingenieure und Molekularbiologen ihr vielfältiges Wissen und Know-how stärker als bisher koppeln: Nur so können sie grundlegende Fragen auf dem Weg zu einer künftigen Nanoelektronik beantworten.

Ein Handy, das simultan übersetzt, wenn der japanische Geschäftspartner anruft, ein „intelligentes“ Auto, das den Verkehr beobachtet und bei Gefahr eingreift, der Serviceroboter, der die Hausarbeit erledigt alles Visionen einer zukünftigen Nanoelektronik. Um sie zu verwirklichen, müssen logische Schalter, Speicherbausteine und Sensoren in Computern immer effizienter und kleiner werden. Die Rechenleistung eines

aktuellen Supercomputers muss auf einem fingernagelkleinen Chip Platz finden.

Kann die heutige Siliziumtechnologie das leisten oder stößt sie vorher an Grenzen? Gibt es alternative Materialien? Wie können sie hergestellt und untersucht werden? Welche physikalischen Gesetze herrschen in der Nanowelt? Diese wichtigen, aber hochkomplexen Fragen muss die Grundlagenforschung heute klären. Die Jülicher Antwort auf diese Herausforderung heißt „Center of Nanoelectronic Systems for Information Technology“ kurz CNI.

„Innerhalb des CNI betreiben wir Grundlagenforschung weit im Vorfeld der industriellen Entwicklung und Produktion, und dennoch in Abstimmung und zum Teil in gemeinsamen Projekten mit der Halbleiterindustrie“, beschreibt Prof. Richard Wagner, zuständiger Fachvorstand des Forschungszentrums Jülich, das Forschungsprogramm. „Dabei richten wir unseren Blick auf viele unterschiedliche Materialien: angefangen bei den klassischen Halbleitern, die heute die Computerwelt beherrschen,

über neuartige ferroelektrische Oxide bis hin zu elektronisch aktiven Molekülen und lebenden Nervenzellen.“ Mit ausgefeilter Technologie können die Jülicher Wissenschaftler maßgeschneiderte „Miniaturbauwerke“ fertigen Fernziel sind ultraschnelle Transistoren. Vor ihren hochempfindlichen Analysemethoden können sich selbst einzelne Atome nicht mehr verstecken. Eine exzellente Theorie-Gruppe entschlüsselt die Regeln des atomaren Zusammenspiels am Großrechner. „Diese Kombination bietet uns beste Voraussetzungen, um das Gebiet der Nanoelektronik und der Informationstechnik in Zukunft maßgeblich zu gestalten“, betont Prof. Rainer Waser, koordinierender Sprecher des CNI.

Das CNI knüpft an eine 15-jährige Geschichte mit 400 Patenten und 3000 Publikationen an: Im Rahmen des Programms „Grundlagen der Informationstechnik“ (PGI) entdeckte Prof. Peter Grünberg in den 80er Jahren beispielsweise den Riesenmagnetowiderstand. Dieser Effekt öffnete die Tür zu völlig neuen Festplattengenerationen. Heute arbeitet er in nahezu jedem handelsüblichen PC. Gerade am Anfang befindet sich dagegen die molekulare Informationsverarbeitung Stichwort: Rechnen mit Molekülen. Nicht zuletzt deshalb wird die fachübergreifende Zusammenarbeit in der Informationstechnik immer wichtiger. Forschung über Institutsgrenzen hinweg ist angesagt.

Durch das CNI soll Grundlagenforschung „made in Jülich“ nach außen hin deutlich sichtbar werden auf nationaler wie auf internationaler Bühne, für künftige Partner aus Forschung wie Industrie. Mit dem „NanoClub“ der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) beispielsweise ist ein regionaler Forschungsverbund bereits fest geplant.

Milliarden für die Nanotechnologie

Weltweit werden in diesem Jahr drei Milliarden US-Dollar staatliche Gelder in Forschung und Entwicklung von Nanotechnologie gesteckt. Dies berichtet Lux Capital im Nanotech Report 2003. Lux Capital ist eine Investmentfirma, die sich auf Nanotechnologie spezialisiert hat. Der Branche wird von Analysten eine gloriose Zukunft vorhergesagt, doch sie befindet sich noch im Anfangsstadium. Bislang investieren die meisten beteiligten Firmen in die Forschung und kooperieren dabei mit Universitäten. Erst im Laufe der kommenden zehn oder 20 Jahre würden beispielsweise Chips auf Molekularebene auf den Markt kommen.

In vielen Industrienationen werden die Fördermittel für Nanotechnologie ständig angehoben. Die US-Regierung förderte den Forschungszweig seit dem Jahr 2000 mit zwei Milliarden US-Dollar und plant für die kommenden drei Jahre mit einem Etat von 2,36 Milliarden US-Dollar. Die Europäische Union will in den Jahren 2002 bis 2006 rund eine Milliarde US-Dollar in diesen Bereich stecken. In Japan stieg der jährliche Etat für Nanotechnologie-Forschung von 120 Millionen US-Dollar im Jahr 1997 auf 750 Millionen US-Dollar im vergangenen Jahr.

Private Investoren steckten seit 1999 rund 900 Millionen US-Dollar in Nanotechnologie-Unternehmen; allein im vergangenen Jahr waren es 386 Millionen US-Dollar. Es gebe mehr als 700 Unternehmen, die sich in diesem Bereich engagieren, beschreibt der Nanotech Report.

Gen-Forschung per Datenbankrecherche

Rasterfahndung nach krankmachenden Proteinen

Mit Hilfe des Computers können nun rationeller Proteine identifiziert werden, die für Erbkrankheiten relevant sind.

Mediziner können sich freuen: Die Fahndung nach Proteinen, die bei Erbkrankheiten des Menschen eine Rolle spielen, gleicht nicht länger der Suche nach einer Nadel im Heuhaufen. Sie erhält vielmehr gezielte Unterstützung durch eine breit angelegte Datenbankrecherche: Forscher des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung (MPIZ) in Köln haben per Computer Gene beziehungsweise die dazugehörigen Proteine identifiziert, die wahrscheinlich eine Rolle bei Erbkrankheiten wie der Mukoviszidose spielen. Das Ergebnis sind 100 Proteine, die in den Mitochondrien, sowohl beim Menschen als auch bei Pilzen, Pflanzen und Insekten vorkommen.

Bisher konzentrierten sich die Kölner Forscher vor allem auf Chloroplasten, die Solarzellen der Pflanzen. Für die Modellpflanze Arabidopsis etwa stellten sie fest, welche Gene Produkte, also Proteine bilden, die in die Chloroplasten wandern. Zu seinem Arbeitsgebiet gehört es, den Zusammenhang zwischen menschlichen Erbkrankheiten und Mitochondrien zu klären. Weltweit suchen Wissenschaftler mit den unterschiedlichsten Methoden nach den Mitochondrien-Proteinen, weil sie bei vielen Krankheiten eine Schlüsselrolle inne haben. Doch keine dieser Methoden hat bisher die Frage vollständig beantworten können, welche Proteine in den Zellkraftwerken arbeiten und wie sich diese bei ganz unterschiedlichen Lebewesen unterscheiden. Gemeinsam mit britischen Forschern durchsuchten die Kölner Pflanzenforscher artübergreifend das Erbgut nach solchen Genen, deren Produkte in den Mitochondrien zu finden sind.

Der Hintergedanke dabei: Gene und deren Produkte, die sich im Laufe der Evolution bewährt haben, kommen in ganz verschiedenen Lebewesen vor, finden sich also in den Mitochondrien von Mensch und Mücke, Fisch und Fliege, Pilz und Pflanze. Für die Suche nach solch „alten“ Bestandteilen nutzten die Wissenschaftler den Computer, mit seiner Hilfe identifizierten sie bestimmte Proteinabschnitte.

Diese mitochondrialen Transitpeptide weisen den Proteinen den Weg Richtung Mitochondrien. Um die Zuverlässigkeit der Vorhersagen zu verbessern, kombinierten die Forscher drei verschiedene Computerprogramme miteinander. Damit nahmen sie das Erbgut von Mensch, Kugelfisch, Fruchtfliege, Anopheles-Mücke, Hefe-Pilzen, dem Fadenwurm *Caenorhabditis* und einem Malariaparasiten unter die Lupe. Ein Vergleich zeigte, dass ein Set von 100 mitochondrialen Proteinen des Menschen auch in allen anderen untersuchten Organismen vorkommt. 18 davon, und damit weit mehr als rein zufällig

zu erwarten wären, sind bereits bekannt als Proteine, die mit Erbkrankheiten in Zusammenhang stehen.

Das lässt den Schluss zu, dass auch Defekte der restlichen 82 Proteine mit hoher Wahrscheinlichkeit krank machen können. Gestützt wird diese Vermutung durch einen zweiten Befund: Gene für weitere 40 der 100 konservierten Proteine liegen zumindest in Regionen des Erbguts, die man bestimmten Erbkrankheiten zuordnet. Dazu gehören vor allem neurologische Störungen. Die Liste der konservierten Proteine ist daher ein wertvoller Befund, der helfen wird, die Ursachen vererbter Störungen zu finden. An dieser Stelle sind nun die Forscher in den Labors wieder an der Reihe. Sie können experimentell überprüfen, ob die identifizierten Gene tatsächlich eine Rolle bei Erbkrankheiten spielen und wie diese gegebenenfalls aussieht. Die bioinformatische „Rasterfahndung“ muss also jetzt durch die experimentelle „Zielfahndung“ im Labor abgelöst werden.

Gegen Alzheimer: Wie man Protein-Ablagerungen verhindern könnte

Von Morbus Alzheimer bis zum Rinderwahn – viele Erkrankungen sind auf die Ablagerung von Proteinkörnchen im Gehirn und anderen Organen zurückzuführen. Diese als Amyloide bezeichneten Proteinaggregate entstehen, wenn falsch gefaltete Proteine zu immer größeren Strukturen verklumpen. Eines der Proteine, die zum Aggregieren neigen, ist Transthyretin, abgekürzt TTR. Forscher des Scripps Research Institute/La Jolla/USA haben nun einen neuen Wirkstoff entwickelt, der Ausgangsbasis für ein neues Pharmakon gegen TTR-bedingte Amyloidosen sein könnte. TTR ist aus vier identischen Untereinheiten aufgebaut. Seine Aufgabe besteht unter anderem darin, das Schilddrüsenhormon Thyroxin durch die Blutbahn zu transportieren. In dieser tetrameren Form kann TTR nicht verklumpen. Erst wenn das Tetramer in die vier einzelnen Monomere dissoziiert, werden sie anfällig für die Bildung von Aggregaten. Wenn diese Monomere ihre Form verändern, können sie zu verschiedenen größeren Strukturen aggregieren, einschliesslich der gefürchteten Amyloid-Fasern. Diese lagern sich in den peripheren Nerven und im Herzgewebe ab und scheinen so die Ursache für bestimmte Formen der Polyneuropathie und Cardiomyopathie sowie die altersbedingte systemische Amyloidose zu sein.

Man kann die Bildung von TTR-Amyloiden unterdrücken, indem man die normale tetramere Struktur mit kleinen Molekülen stabilisiert, so dass sie nicht dissoziiert. Der gesuchte Wirkstoff muss dazu genau in die Bindetasche des Tetramers passen, die normalerweise Thyroxin aufnimmt. Eine Verbindungsklasse rückte bei der Suche ins Zentrum des Interesses, die Benzoxazole. Dabei handelt es sich um ein aromatisches Ringsystem aus einem Kohlenstoff-Sechsring und einem Fünfring, der ein Stickstoff- und ein Sauerstoffatom enthält. An die Spitze des Fünfrings knüpften die Forscher einen weiteren aromatischen Sechsring, der zwei Halogenatome trägt. Ein Screening dieses Typs von Benzoxazol-Verbindungen lieferte einen Treffer, der sehr selektiv an TTR bindet und die Bildung von Aggregaten selbst unter extremen Bedingungen verhindert. Der besondere Erfolg dieses Wirkstoffkandidaten liegt entscheidend an der Ausrichtung zweier Chloratome. Diese docken exakt an zwei Bindestellen des TTR-Tetramers an, die normalerweise von zwei Iodatomen des Schilddrüsenhormons Thyroxin eingenommen werden.

Nachweis von Wasserdimeren in der Atmosphäre

Natürlich vorkommendes Treibhausgas

Der optische Nachweis von Wasserdimeren in der Atmosphäre liefert neue Erklärungen zu Klima, Wolkenbildung und Photochemie von Luftschadstoffen.

Umweltforscher der Universität Heidelberg berichten von dem erstmaligen Nachweis so genannter Wasserdimere in der Atmosphäre. Wasserdimere sind gebundene Zustände zweier Wassermoleküle. Der komplizierte und schon mehrfach vergeblich versuchte atmosphärische Nachweis von Wasserdimeren gelang den Wissenschaftlern auf einer 18,34 km langen und etwa vier Meter über die Nordsee geführten Lichtstrecke mit Hilfe der Differentiellen Optischen Absorption-Spektroskopie (DOAS), einer Technik, an deren Entwicklung die Arbeitsgruppe maßgeblich beteiligt war. Ihre Entdeckung steht weitgehend im Einklang mit theoretischen Vorhersagen amerikanischer und neuseeländischer Kollegen über den Bildungsmechanismus und die optischen Eigenschaften der Wasserdimere. Diese Forschungsarbeiten zeigen, dass in der Atmosphäre etwa ein halbes Prozent aller Wassermole-

küle ein weiteres Wassermolekül an sich gebunden haben. Die Entdeckung von atmosphärischen Wasserdimeren stellt einen bedeutenden Schritt dar zur Lösung des seit Menschheitsgedenken bestehenden Problems der Natur der anziehenden Kräfte von Wassermolekülen. Diese Kräfte sind für das aus naturwissenschaftlicher Sicht erstaunliche Vorkommen von flüssigem Wasser und Eis auf der Erde und möglicherweise auch auf dem Planeten Mars verantwortlich. Auch vermuten Astronomen seit langem, dass Wasserdimere in Kometenschweiften und im Kern unserer Galaxie vorkommen, eine Möglichkeit, die nun leichter mit astronomischen Teleskopen überprüft werden kann. Mehrere gebundene Wassermoleküle, so genannte Wassercluster, spielen auch eine maßgebliche Rolle in der katalytischen Wirkung von Oberflächen bei chemischen Reaktionen, in der Nanotechnologie sowie möglicherweise in der Krebsforschung. Besonders auch in der Umweltforschung haben Wasserdimere eine sehr praktische Bedeutung. So waren die Heidelberger Umweltforscher

bei ihrer Suche nach einer verbesserten Erklärung der bisher nur mangelhaft verstandenen atmosphärischen Absorption von Sonnen- und Wärmestrahlung auf die klimatische Bedeutung von Wasserclustern gestoßen. Mit ihrem atmosphärischen Nachweis haben die Heidelberger Forscher nun gezeigt, dass Wasserdimere ein wichtiges, jedoch natürlich vorkommendes Treibhausgas sind. So werden für die jüngste Erwärmung der Erdatmosphäre durch menschliche Aktivitäten emittierte Treibhausgase, wie zum Beispiel Kohlendioxid oder Methan, verantwortlich gemacht. Weiterhin zeigen theoretische Arbeiten amerikanischer Kollegen, dass die Clusterbildung von Wassermolekülen die Kondensation von Wasser in der Atmosphäre, das heißt die Wolkenbildung stimuliert. Die Dimerisation von Wassermolekülen stellt somit den ersten Schritt im Phasenübergang von gasförmigen zu flüssigem Wasser oder Eis dar. Auch ist aus Laboruntersuchungen bekannt, dass Wasserdimere in sehr komplizierter Weise in den atmosphärischen Abbau von Luftschadstoffen eingreifen können.

Präzise Wärmemessung durch neuen Effekt

Elastisch verformt durch chemische Oszillation

Neuartige, chemisch-thermisch-mechanische Oszillationen zeigen die Rate einer chemischen Reaktion und die dabei erzeugte Wärmemenge an.

Die Musterbildung bei katalytischen Oberflächenreaktionen wird durch die Temperatur, bei der die Reaktion abläuft, beeinflusst. Verändert sich die Oberflächentemperatur, ändert sich auch der Verlauf der chemischen Prozesse, was in Extremfällen zu Frontenbildungen,

also Mustern, oder beispielsweise zur Überhitzung von Katalysatoren führen kann.

Wissenschaftler am Fritz-Haber-Institut in Berlin haben jetzt mit Hilfe eines ultradünnen Platin-katalysators genauer untersucht, welchen Einfluss die Wärmeerzeugung während der katalytischen Oberflächenreaktion von Sauerstoff und Kohlenmonoxid auf die Musterbildung hat.

Dabei stellten die Forscher fest, dass die dünne Platinfolie mecha-

nisch, wie ein schlagendes Herz, zu pulsieren begann. Mit mathematischen Modellen und aufwändigen Computersimulationen konnte nachgewiesen werden, dass diese elastischen Verformungen der Folie tatsächlich durch die Oszillation der chemischen Reaktion selbst hervorgerufen wird.

Dieser Effekt kann jetzt dazu genutzt werden, die während einer chemischen Reaktion erzeugte Wärmemenge präzise zu messen.

Photosynthese

Ping-Pong-Spiel von Elektronen und Protonen

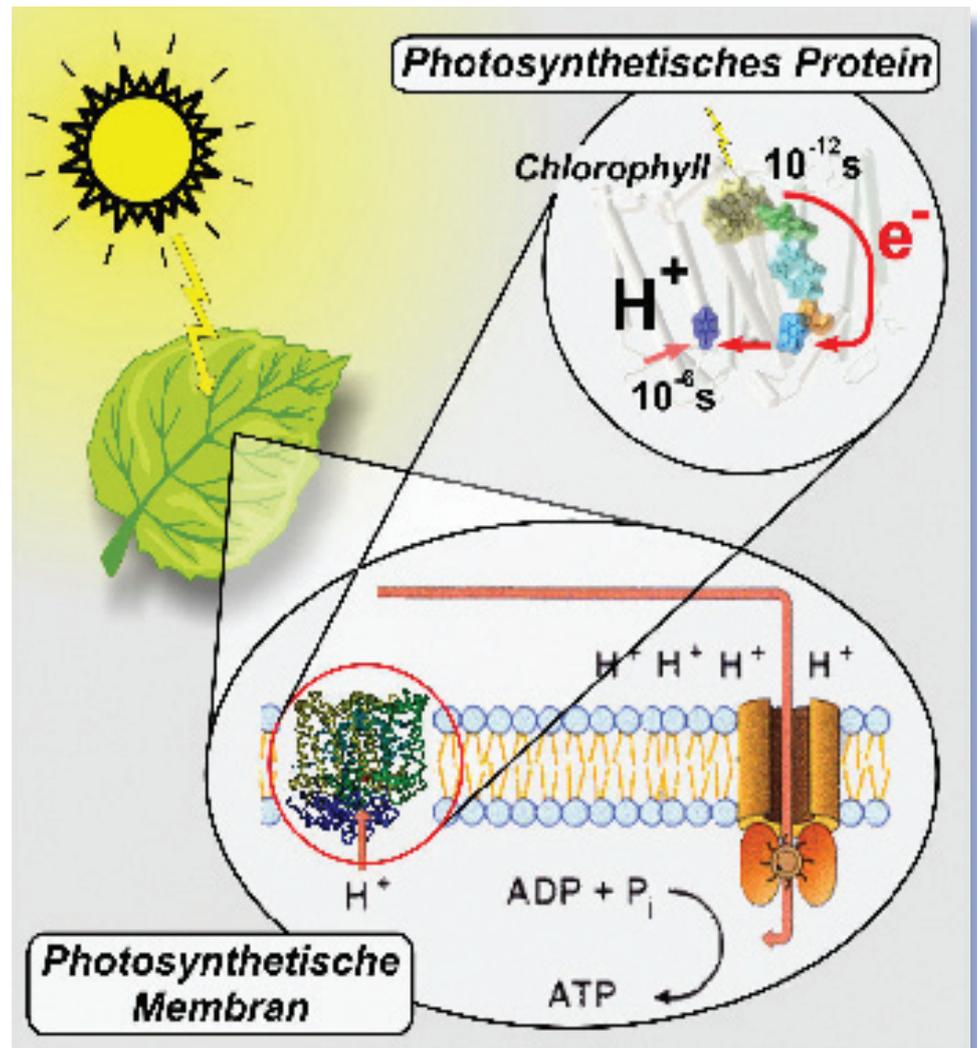
Wenn Pflanzen Sonnenlicht in chemische Energie umwandeln, läuft in den photosynthetischen Proteinen ein kompliziertes Wechselspiel ab: Wie bei einem Ping-Pong-Spiel wandern Elektronen und Protonen abwechselnd zu ihrem Zielmolekül und nicht, wie bisher angenommen, nacheinander.

Durch das Sonnenlicht werden Elektronen aus Chlorophyllmolekülen herausgeschlagen, die einen Transport von Protonen auf eine Seite der photosynthetischen Membran vermitteln. Die Protonen „stauen“ sich an der Membran, wobei dann durch das Potentialgefälle Energie gewonnen wird. Diese Energie nutzen molekulare „Turbinen“ (die ATPasen), um den biologischen Treibstoff ATP (Adenosintriphosphat) herzustellen.

Zeitaufgelöste FTIR

Bisher wurde angenommen, dass der Prozess der Elektronen- und Protonenbewegung konsekutiv abläuft: Erst wandern die Elektronen zu ihrem Ziel, dann folgen die Protonen nach. Dr. André Remy und Prof. Dr. Klaus Gerwert vom Lehrstuhl für Biophysik der Ruhr-Universität Bochum hingegen konnten mit der zeitaufgelösten FTIR (Fourier-Transform-Infrarot)-Spektroskopie zeigen, dass die Wanderungen im Photosynthese-Protein abwechselnd erfolgen. In wenigen billionstel Sekunden (Pikosekunden) steuern Elektronen den „Akzeptor“ an, ihren Zielort im photosynthetischen Protein.

Die negativ geladenen Teilchen ziehen positiv geladene Protonen



Prinzipdarstellung der Photosynthese. Wenn Pflanzen Licht in chemische Energie umwandeln, gibt es ein Wechselspiel zwischen Elektronen und Protonen (Abb.: Uni Bochum).

nach, die sich in Milli- bis Nanosekunden bewegen. Der Protonenfluss wiederum mobilisiert den weiteren Elektronentransfer, der erneut eine Bewegung von Protonen in Gang setzt.

Mit ihrer Arbeit liefern die Bochumer Wissenschaftler neue Erkenntnisse über einen fundamentalen Mechanismus der Natur. Sie entwickelten für ihre Arbeit ein spezielles FTIR-Spektrometer, um die Reaktionen der Proteingruppen mit Nanosekunden-Zeitauflösung messen zu können. Gegenstand der Messungen war das photosynthetische Reaktionszentrum, ein Protein, in dem die primären Schritte der Photosynthese ablaufen. Zur Ent-

schlüsselung der Infrarotspektren musste das Protein molekularbiologisch verändert werden: Erst der interdisziplinäre Ansatz aus physikalischen und biologischen Methoden konnte den Mechanismus klären.

Eine wichtige Voraussetzung für die jetzige Arbeit war auch die Kenntnis der dreidimensionalen Raumstruktur dieses Proteins, für deren Bestimmung die Deutschen Deisenhofer, Huber und Michel 1988 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden. Komplementär hierzu erlaubt die neue Methode jetzt auch die Dynamik von Proteinen, aufbauend auf den Raumstrukturen, zu verstehen.

Dr. Josef König

Weltmarkt für Chiraltechnik Bis 2009 knapp doppelt so groß

Ein überdurchschnittliches Maß an Aktivität kennzeichnet die sich rasant entwickelnde Branche der Chiraltechnik im niedermolekularen Bereich. Immer mehr Feinchemikalienhersteller ergänzen ihre Portfolios um chirale Technologien.

Während die herkömmlichen Methoden wie die Enantiomeren-trennung oder auch Chiral Pool fest etabliert sind, finden neue asymmetrische und biologische Verfahren großes Interesse und stehen im Brennpunkt intensiver Forschung. Laut einer aktuellen Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan (<http://chemicals.frost.com>) wird daher das Umsatzvolumen im Gesamtmarkt für Chiraltechnik weltweit von derzeit 7,74 Milliarden US-Dollar (2003) auf 14,94 Milliarden im Jahr 2009 anwachsen.

Hauptzielrichtung der Chiraltechnik sind nach wie vor die Anforderungen der Pharmaindustrie an die Synthese optischer beziehungsweise enantiomerenreiner pharmazeutischer Substanzen oder Zwischenprodukte für die Herstellung von Wirkstoffen. Die Arzneimittelbehörden verlangen eine pharmakologische Verifizierung und klinische Prüfung für jedes einzelne Enantiomer des Razemats.

Eine veränderte Einstellung gegenüber den Chiraltechniken,

vor allem aber die neuen asymmetrischen und biologischen Verfahren, haben dazu geführt, dass Unternehmen heute eher bereit sind, Risiken einzugehen und stärker in diese sich entwickelnden Technologien zu investieren. Offensichtlich geben die Firmen ihre abwartende Haltung auf und sind jetzt bestrebt, als Erste auf dem Markt zu sein.

Kleinere Pharmaunternehmen versprechen Geschäftschancen

Allerdings stehen die Feinchemikalienhersteller vor dem Problem, dass die großen Pharmaunternehmen als bislang wichtigste Kunden aus Kostenspargründen ihre Outsourcing-Aktivitäten zurückfahren. So suchen die Hersteller nun bei kleineren Pharmaunternehmen, die vielversprechende Wirkstoffe in der Entwicklung, aber nur begrenzte Herstellungskapazitäten haben, nach neuen Geschäftschancen. Insofern zeichnet sich ein Paradigmenwechsel innerhalb des Marktes ab, da die Feinchemikalienhersteller beim Ausbau ihrer Kundenbasis mehr und mehr auf die kleineren Pharmafirmen angewiesen sind.

Außerdem sind Biotechnologieunternehmen zunehmend auf der Suche nach Herstellungspartnern für niedermolekulare Chiralica. Dies bietet den Feinchemikalienherstellern eine hervorragende Gelegenheit, Umsatzverluste aus dem Geschäft mit der Pharmaindustrie zu kompensieren. Allerdings müssen die Chiraltechnikfirmen nach Dr. Matthew Moorcroft, Industry Analyst bei Frost & Sullivan, „ihre Unternehmensstrategie anpassen, um das Potenzial dieser interessanten neuen Kundenbasis voll zu realisieren.“

Den Feinchemikalienherstellern entstehen durch das Hinzufügen der Chiraltechnik zu ihren Portfolios – meist durch Übernahme von Ausgründungen von Forschungs-

einrichtungen – enorme Kosten. Durch die Einweg-Katalysatoren ist auch der Betrieb dieser Technologien teuer. Die Unternehmen versuchen darauf durch die Entwicklung wiederverwendbarer Systeme zu reagieren. Allerdings dürften mit zunehmender Marktreife der Verfahren die Kosten sinken und den Zugang für alle Unternehmen eröffnen, für die sie bisher außerhalb des Budgetrahmens lagen.

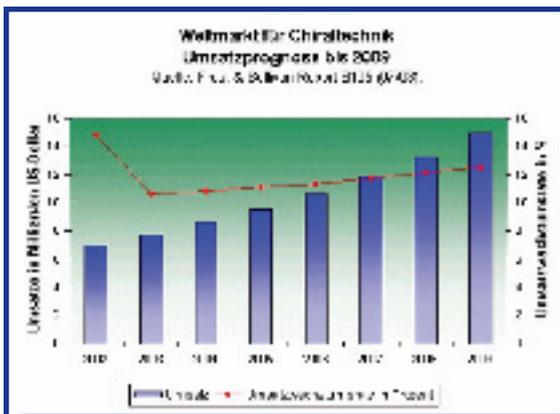
Deutlich erkennbar ist der Trend zu einem möglichst breiten Technologieportfolio. Wachsender Druck von Seiten der auf Kostensenkung ausgerichteten Abnehmer in der Pharmaindustrie erfordert von den Feinchemikalienherstellern Fähigkeiten in allen Bereichen der Produktion und die möglichst billige Herstellung chiraler Substanzen. Um im Wettbewerb mithalten zu können, müssen Unternehmen außerdem innovativ und flexibel sein. Nach Moorcroft „genügt es auf dem Markt von heute nicht, einfach eine umfangreiche technologische Basis anzubieten, der Schwerpunkt muss auf Innovation, Integration und kundenspezifischen Lösungen liegen.“

Asymmetrische Synthese hat sich bewährt

Unter den neueren Technologien bewährt sich in den letzten Jahren vor allem die asymmetrische Synthese, die dank massiver Investitionen von Forschungsinstituten und Industrie weiter florieren dürfte. In den Neunzigerjahren entwickelte nachhaltige Katalysatoren ermöglichen es, dass die Enantiomerenreinheit heute oft bei über 99 Prozent liegt und außerdem eine große Zahl asymmetrischer Liganden und Hilfsstoffe produziert wird.

Das hat einen Bedarf für gründliche theoretische Forschungen geschaffen, die dem Bereich letztlich zugute kommen und

Der Weltmarkt für Chiraltechnik wächst zweistellig.



die Kosten durch die intelligente Ausgestaltung und Modifikation vorhandener katalytischer und synthetischer Prozesse senken werden.

„Durch die Entwicklung von Systemen, die auf effektive Weise recycelt werden können, dürfte die Kostenfrage letztlich an Gewicht für Unternehmen verlieren, die an der Entwicklung von Fähigkeiten in der asymmetrischen Technologie interessiert sind“, analysiert Moorcroft. In den letzten zehn Jahren wurde wegen der hohen Enzymselektivität besonders intensiv an innovativen biologischen Methoden geforscht. Sie dürfte langfristig eine wichtige Triebkraft

für das Wachstum und die breite Akzeptanz der Chiraltechnik bleiben. Regio-, Stereo- und Chemoselektivität tragen dazu bei, Zeit und Kosten zu sparen, indem sie die Zahl der erforderlichen Syntheseschritte erheblich reduzieren und so eine einfache Biotransformation ermöglichen.

Die asymmetrische Synthese durch chemische und biologische Verfahren wird laut Frost & Sullivan in den nächsten zehn Jahren dominieren. Die ihr eigenen Begrenzungen werden jedoch parallel auch für ein dauerhaftes Interesse an den etablierteren und breit verfügbaren Chiral-pool- und Trennungsvorgängen sorgen.

Die beste Strategie ist ein breites Portfolio

Abschließend betont Frost & Sullivan noch einmal, dass die beste Unternehmensstrategie in der Schaffung und Aufrechterhaltung eines breiten Portfolios besteht: „Um wettbewerbsfähig zu bleiben und größere Kunden anzuziehen, müssen Unternehmen durch die Integration verschiedener chiraler Verfahren schnell eine kritische Masse in ihrem Produktportfolio entwickeln. Insofern werden alle chiralen Technologien ein aktiver Forschungsbereich bleiben, allerdings mit unterschiedlichen Fortschritten.“ schließt Moorcroft.

DVC lud zum 2. Life Sciences Day

Im nächsten Jahr ein besseres Klima

Die jetzige Konsolidierungsphase in der Biotechnik sei als Anreiz zu werten. 2004 verbessere sich das Klima für neue Börsengänge in diesem Bereich. Diese hoffnungsvollen Äußerungen waren von Experten Anfang Juli in München auf dem II. Life Sciences Day zu hören, zu dem die DVC Deutsche Venture Capital eingeladen hatte.

„Visionen und Innovationen brauchen Kapital“, so Dr. Jörg Neermann, Managing Partner der DVC, „die immer wieder neu anzupassende Zusammensetzung von Innovation, Kapital, Ausgaben und Management wird entscheidend die Entwicklung und den Erfolg von neuen Unternehmen und damit von besseren Therapien, Diagnostika und Medikamenten prägen“.

Neun Biotechnologieunternehmen aus dem Life Sciences Portfolio der DVC, so 4SC, Epigenomics, igeneon, DeveloGen, G2M Cancer Drug, Probiobdrug, Sireen, Switch Biotech und das Göttinger Unternehmen Avontec, das kürzlich den Deutschen Gründerpreis in der Kategorie „Konzept“ verliehen bekommen hat, präsentierten ihr Geschäftskonzept und referierten

über aktuelle unternehmensrelevante Themen.

Als Keynotespeaker waren drei renommierte Persönlichkeiten, Prof. Dr. Rolf Krebs, Sprecher der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim, Frederick Frank, stellvertretender Vorsitzender und Direktor von Lehman Brothers, New York, und Prof. Hans Günter Gassen, Direktor des Institutes für Biochemie der Technischen Universität Darmstadt, geladen.

Prof. Dr. Krebs vermittelte einen eindringlichen Eindruck der Denkart von Pharmaunternehmen und worauf junge Biotech-Unternehmen zu achten haben, wenn sie mit Big Pharma in Kontakt treten. „Eine Kooperation fällt nicht vom Himmel“, erklärte Prof. Dr. Krebs. Insbesondere betonte er, den Mentalitätsunterschied zwischen Amerikanern und Europäern hinsichtlich der Medikamentenzulassung zu berücksichtigen: während in den USA die Akzeptanz von neuartigen Wirkstoffen wesentlich höher ist und innovative Therapien als Fortschritt begrüßt werden, überwiegt in Europa die Skepsis und Verweigerung gegenüber neuen Medikamenten.

Prof. Dr. Gassen hinterfragte, warum sich die Deutschen über schlechte Zeiten und miserable Zustände in Deutschland beschwerten, wo die Voraussetzungen im internationalen Vergleich nicht schlecht, sondern gut sind. „Allerdings ist es wenig erfolgversprechend auf Gebieten zu forschen und zu entwickeln, in denen andere Nationen weit voraus sind“, resümierte Prof. Dr. Gassen. Exemplarisch nannte er die Hirnforschung, auf die man hierzulande setzen könnte, um zum Teil verlorenes Terrain im Weltmarkt zurückzugewinnen.

Frederick Frank, Urgestein mit mehr als 35 Jahren Erfahrung im Investment Banking für Pharma- und Biotechunternehmen, bezeichnete die Konsolidierungsphase als Anreiz und sieht ein deutlich verbessertes Klima in Hinblick auf IPOs im Jahre 2004 (IPO steht für „Initial Public Offering“, die Bezeichnung für eine Neuemission von Aktien eines Unternehmens, das bisher nicht an der Börse notiert war).

Die DVC Deutsche Venture Capital hat ein Fondsvolumen von 300 Millionen Euro. Seit ihrer Gründung 1998 hat sich die DVC an ca. 50 Unternehmen beteiligt. HM/RK

TERMINE

10.09.2003

Industrielle Temperaturmesstechnik

Seminar von JUMO in Kirchheim unter Teck
Tel.: 0661 6003 396; www.jumo.net

17.09.2003

Risikomanagement und betriebliche Alarmplanung

Kurs des Forschungszentrum Karlsruhe in Karlsruhe
Tel.: 07247 82 4801; <http://fortbildung.fzk.de>

22. – 26.09.2003

Grundlagen der Regelungstechnik

Seminar von JUMO in Fulda
Tel.: 0661 6003 396; www.jumo.net

29. – 30.09.2003

Lasereinsatz in der Fertigung und Materialbearbeitung

Kurs des Otti Technik-Kolleg in Regensburg
Tel.: 0941 296 8820; www.otti.de

29.09. – 01.10.2003

Praktische UV/VIS-Spektroskopie

Grundlagenkurs des WIT in Tübingen
Tel.: 07071 29 76439; www.uni-tuebingen.de

09. – 10.10.2003

Moderne Anwendungen in der Gas-Sensorik. Was leisten „Elektronische Nasen“?

Weiterbildung des WIT in Tübingen
Tel.: 07071 29 76439; www.uni-tuebingen.de

20. – 24.10.2003

Kapillar-Gaschromatographie

Grundkurs an der Universität Leipzig
Institut für Analytische Chemie
Tel.: 0341 97 36101

23. – 24.10.2003

Gentechnikrecht: Gefährdungspotentiale, Sicherheitsmaßnahmen und Rechtsvorschriften

Weiterbildungskurs der Dechema e.V. in Frankfurt
Tel.: 069 7564 253; www.dechema.de

27. – 28.10.2003

Kalibrierung chemisch-analytischer Prüfverfahren

Seminar von isomehr GmbH in Weinheim
Tel.: 0681 9762 744; www.isomehr.com

Neue Broschüren, CDs, WWWs



SCHNEID- UND MESSER-MÜHLEN Die Firma **Retsch** hat einen kostenlosen Übersichtsprospekt in den Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch für das Messer- und Schneidmühlenprogramm herausgegeben. Die Broschüre gibt einen detaillierten Überblick über Funktion, Einsatzbereiche und Vorteile der Messermühle Grindomix GM 200, der Schneidmühle SM 100 sowie der Hochleistungs-Schneidmühle SM 2000. Eine zusätzliche Übersicht über Zubehör und Extras runden den Prospekt ab und bieten dem Kunden alle wichtigen Bestellinformationen auf einen Blick. Die Broschüre kann von der Internetseite www.retsche.de heruntergeladen werden.



E-COMMERCE für Molekularbiologie und Zellkultur-Produktpalette.

Bei Invitrogen können Kunden jetzt schnell und einfach Produkte für die biotechnologische und biopharmazeutische Forschung rund um die Uhr via Internet bestellen. Der Online-Shop umfasst alle Katalogprodukte des Unternehmens. Unter der Rubrik

„Product & Services“ können Produkte durch Eingabe eines Schlagworts oder mittels der Bestellnummer gesucht werden. Der Gesamtpreis berücksichtigt Frachtkosten, Eispauschalen, Mehrwertsteuer, kundenspezifische Rabatte und aktuelle Angebote. Weiteres unter www.invitrogen.com.

„THEMENPARK ERNÄHRUNG“ heißt die CD-ROM, die die **Bielefelder AMMMa AG** im Auftrag der **Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz** herausgegeben hat. Von BSE bis zu gentechnisch veränderten Pflanzen und Tieren, von der Hungersnot bis zur Überproduktion: Ernährung ist, begleitet von zahlreichen Skandalen, zu einem der brisantesten politischen Themen überhaupt geworden, hat aber noch viel mehr Dimensionen. Näheres unter AMMMa AG, Tel 0521 968780.

ONLINE-PROZESSANALYTIK: Die InProcess Instruments Gesellschaft für Prozessanalytik mbH hat ihr neues Internetportal zur Online-Gasanalyse ins Netz gestellt. Das Portal informiert, wo die Online-Prozessanalytik durch den Einsatz der Gasmassenspektrometrie noch effizienter und wirtschaftlicher wird. Die Besonderheit ist die nach Anwendungsgebieten und Applikationsbeispielen aufgebaute Präsentation der Analysesysteme für die Online-Gasmassenspektrometrie. Der Besucher von www.in-process.com startet auf der internationalen Homepage und kann sich dort direkt über die Anwendungsgebiete in seinem Industrie- oder Forschungsbereich informieren.

Zellkultur

Zinsser Analytic hat den neuen MantaRay von Wheaton in das Sortiment aufgenommen.

Mit MantaRay wird das Züchten von Suspensionskulturen einfacher. Das Reinigen und Sterilisieren der Kulturflaschen fällt weg. Das spart Zeit und Geld.

MantaRay ist eine Einmal-Suspensionskulturflasche mit Rührmagnet, sterilisiert und steril verpackt. Sie ist kompakt, braucht weniger Platz im Inkubator und ist standfester als herkömmliche Spinner-Flaschen.

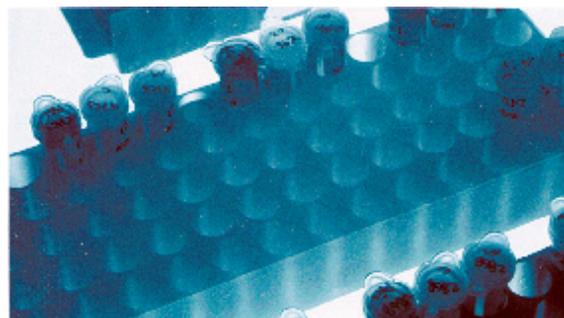
MantaRay wurde speziell für die Zucht von Mammaliazellen entwickelt, Sie eignet sich aber auch für Pflanzen- und Insektenzellen und Microcarrier Kulturen. Die neue Rührtechnik schont die empfindlichen Zellen und ist dennoch effektiv. Medium und Gas können unter Sterilbedingungen während des Betriebs zugegeben und gewechselt werden.

ZINSSER ANALYTIC GMBH
60489 Frankfurt
Tel 069 789 106 0
Fax 069 789 106 80
www.zinsser-analytic.com

Software für Genom-Forschung

Die Fakultät für Humangenetik der Medizinischen Universität in Nijmegen in Holland ließ sich von Applied Biosystems eine Datenbank-Software installieren, um ihre immensen Mengen an Sequenzdaten bedienerfreundlich zu organisieren.

Ein „Rapid Integration Solution (RIS) Team von Applied Biosystems analysierte die Situation vor Ort und empfahl das Life Science LIMS-System, das auf die speziellen Erfordernisse von Genom-Forschungslaboratorien eingerichtet



ist und auch das Sequenzier-Gerät von Applied Biosystems integriert.

Applied Biosystems
Tel +44 (0)1925 825650
Fax +44 (0)1925 282502
<http://europe.appliedbiosystems.com>

Wägetechnologie

Die neue Sartorius Expert (LE) Serie im Bereich Laborwaagen umfasst 16 Modelle von der Semimikrowaage mit 0,01 Milligramm Ablesbarkeit bis hin zum Hochlastmodell mit einem Wägebereich von 34 Kilogramm und 0,1 Gramm Ablesbarkeit.

Für den Einsatz im Labor eignen sich die Modelle LE225D mit einem großen Feinbereich von 100 Gramm und einer Ablesbarkeit von 0,01 Milligramm sowie die Modelle LE623E mit 0,001 Gramm Ablesbarkeit und LE6202S mit einem Wägebereich bis 6200 Gramm und einer Ablesbarkeit von 0,01 Gramm.

Jedes Modell besitzt die interne Kalibrier- und Justierfunktion isoCAL, die immer dann eine selbständige Justierung durchführt, wenn das ab Werk definierte Zeitintervall abgelaufen oder die Umgebungstemperatur um eine bestimmte Größe verändert ist.

Dadurch ergeben sich zwei Vorteile: Die Waagen arbeiten jederzeit auf einem gleichbleibend hohen Genauigkeitsniveau, und das, beim Einsatz in QM-Systemen, vorgeschriebene regelmäßige Justieren und Kalibrieren wird vollautomatisch sichergestellt.

Der Vollglaswindschutz für die Semimikrowaage und Analysenwaagen bietet mit seinen weit öffnenden Türen sehr guten Zugang zur Waagschale. Bei dem dreieckigen Windschutz der Modelle mit 1 Milligramm Ablesbarkeit, der die charakteristische Form der Waagschale aufgreift, können die Scheiben einzeln herausgenommen werden, sodass die Waagschale sowohl für Rechts- als auch für Linkshänder gut zugänglich ist. Alle Modelle lassen sich schnell und einfach reinigen.

Das blau hinterleuchtete Display mit seinen kontrastreichen Ziffern sorgt für sicheres Ablesen unter allen Lichtverhältnissen, da es individuell anpassbar ist.

Die Sartorius Expert Modelle sind als Prüfmittel für den Einsatz in QM-Systemen, wie zum Beispiel GLP/GMP, ISO 9000:2000 oder EN17025 geeignet. Jede Kalibrierung oder Justierung sowie alle Mess- und Rohdaten können über die serienmäßige RS232C-Datenschnittstelle automatisch mit allen relevanten Kennungen protokolliert werden.

Sartorius AG
37070 Göttingen
Tel 0551 308 3702
Fax 0551 308 3572
www.sartorius.com



Mikrowellen

Nun stehen auch für den Bereich der Life Sciences, der kombinatorischen Chemie und organischen chemischen Synthese mit dem Fließsystem Voyager die weltweit erste Durchfluss-Mono-Mode-Mikrowelle zur Verfügung. Das Voyager von CEM ist geeignet für die Pharmaforschung, wo die Entwicklung neuartiger Verbindungen eine extrem schnelle Optimierung und ein Scale-Up für weitergehende Untersuchungen erfordert.

Durch die weltgrößte Mono-Mode Mikrowellenkammer wird der flexible Einsatz von aktiven und passiven Durchflusszellen ermöglicht. So können beispielsweise mit Katalysator gefüllte Fließzellen die Produktion von mehreren Kilogramm an organischen Substanzen pro Stunde ermöglichen. Dieses Scale-Up in der Wirkstoffsynthese ermöglicht die kontinuierliche Produktion auch von mehrstufigen Komponenten. Mittels HPLC-Pumpen werden die Stoffströme zusammengeführt und zur Reaktion in die Fließzelle in der Mono-Mode-Mikrowellenkammer gepumpt. Ermöglicht wird die minutenschnelle chemische Reaktion durch die enorm hohe Mikrowellendichte, die nur in Mono-Mode-Mikrowellengeräten realisiert wird (siehe auch den Seminarhinweis rechte Seite).

CEM GmbH
47475 Kamp-Lintfort
Tel 02842 96440
Fax 02842 9644 11
www.cem.de

Voyager



Arzneimittelforschung

Die dänische Firma BioImage, ein noch junges Unternehmen in der Arzneimittel-Entwicklung, arbeitet jetzt mit NCE Discovery zusammen, um mittels der „redistribution technology“ ihre Bibliothek von chemischen Verbindungen gegen biologische Ziele zu erweitern.

Mit dieser Technologie kann man die Protein-Translokation in lebenden Zellen live verfolgen. BioImage benutzt die Technologie zum screenen hoher Probenzahlen, um niedermolekulare Verbindungen zu entdecken, die den Translokationsprozess in der Zelle beeinflussen.

Von der etwa 2,6 Millionen chemischen Verbindungen, die es

Ultraschallspektrometer

Das neue Spektrometer HR-US 102 eignet sich für die Messung verschiedenster Flüssigkeiten, von verdünnten Lösungen bis zu konzentrierten Emulsionen. Es kann zum Überwachen von Prozessen eingesetzt werden, beispielsweise molekulare Strukturänderungen, thermische Übergänge, chemische Reaktionen, Anheftungsbildung und Kristallisierung. Das digital gesteuerte Rührwerk ermöglicht Titrations- und Konzentrationsabhängigkeit zu überwachen.

Das Spektrometer zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Physikalisch und chemisch stabile Probenkammer.
- Ultraschallsensoren und Quelle haben keinen direkten Kontakt mit der Probe.
- Eliminiert Degradierung, Verunreinigung und schlechte Justierung der Sensoren und erlaubt Analyse aggressiver (klebriger/problematischer) Proben, das ermöglicht mechanisches und chemisches Reinigen.



Abbildung: Ivan Mikkelsen und Christian Krog-Jensen von BioImage.

auf dem Markt gibt, hat NCE Discovery 220 000 charakterisiert, so dass BioImage mit seinen eigenen 60 000 Verbindungen nun über 280 000 Substanzen verfügt.

NCE Discovery Limited
London WC1E 6BT
Tel +44 1284 747 214
Fax +44 1284 747 288
www.ncediscovery.com

- Reduziert die Empfindlichkeit gegen das Umfeld (mechanische Schwingungen, Temperaturänderung, Bewegungen) ohne Neujustierung.
- Abgedichtete Kammer eliminiert Verdampfen.
- Eingebettetes, digital gesteuertes Rührwerk.
- Optimales Rühren fördert gleichmäßiges Mischen.
- Bessere Temperaturregelung mit absoluter Kontrolle bis 0,01 Grad Celsius und stabile Temperatur.
- Verbesserte Software für umfangreiche Datenanalyse.

Der HR-US 102 ist für den Einsatz in biotechnologischen und Pharmalabors sowie auch für die Untersuchung von Lebensmitteln, Produkten für die Körperpflege, Kosmetika und Polymeren konzipiert.

Ultrasonic-Scientific Ltd
Clonskeagh, Dublin 14
Tel 353 1 218 0600
Fax 353 1 218 0601
www.ultrasonic-scientific.com

Filter für die Mikrobiologie

Die Sartorius AG, Göttingen, hat den BioSart 100 Monitor speziell für die mikrobiologische Keimzahl-Bestimmung von Pharmazeutika, Kosmetika, Wasser, Abwasser, Mineralwasser, Softdrinks, Bier und andere Flüssigkeiten weiterentwickelt.

Die sofort gebrauchsfertige, einzeln steril verpackte Filtrationseinheit besteht aus Polystyrol und wird mit einer integrierten Kartonscheibe und einem Membranfilter (47 Millimeter Durchmesser) geliefert, den es in den Porengrößen 0,2 Mikrometer sowie 0,45 Mikrometer gibt. Der in Messabständen von 20 Milliliter skalierte BioSart 100 Monitor ist für ein Volumen bis 100 Milliliter geeignet und gewährt hohe Durchflussraten.

Drei neue Merkmale zeichnen den BioSart 100 Monitor aus:

- Die im Deckel befindlichen Abstandhalter ermöglichen eine inverse Bebrütung der Petrischale, welche die Bildung von Kondenswasser im Deckel verhindert. Die lose eingelegte Cellulosenitrat-Membran kann der Anwender nach der Bebrütung zur Dokumentation entnehmen.
- Mit dem größeren Durchmesser des im Boden befindlichen Aus-

gangs wird das Einfüllen von Nährmedien wesentlich einfacher.

- Die Griffknöpfe am Bodenstück gewähren einen sicheren Halt bei der Entfernung des Monitors, wenn Deckel und Boden zur Petrischale verschlossen werden.

Im Hinblick auf die im Jahr 2003 in Kraft tretende Trinkwasserverordnung (TVO), die den Einsatz von Membranfiltern für mikrobiologische Untersuchungen vorschreibt, ist der Einsatz von BioSart 100 Monitoren eine wirtschaftlich sinnvolle Lösung.

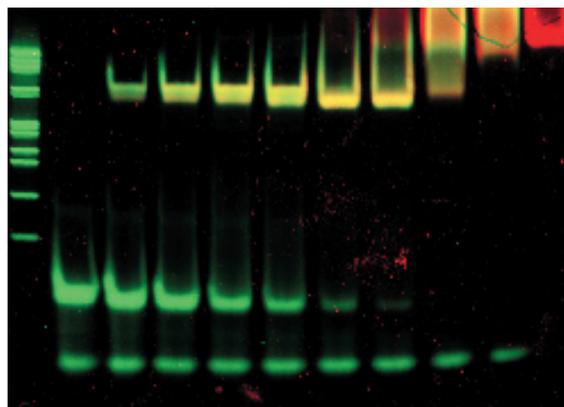
Sartorius AG
37070 Göttingen
Tel 0551 308 3702
Fax 0551 308 3572
www.sartorius.com

Simultane Protein- und DNA Detektion

Die neue elektrophoretische Mobility-Shift Assay (EMSA)-Plattform von Molecular Probes ist eine schnelle, einfache und quantitative Methode für die schnelle Detektion von Nukleinsäuren und Proteinen auf dem gleichen Gel ohne radioaktive Markierung.

Die EMSA-Plattform verwendet zwei fluoreszierende Färbemittel: Sybr Green Emsa-Färbemittel für die RNA- oder DNA-Detektion, und Sypro Ruby Emsa-Färbemittel für die Visualisierung von Protein. Mit der Emsa-Technik werden Gels nach der Elektrophorese eingefärbt. Damit erübrigt sich die Vormarkierung von DNA mit Radioisotopen, Biotin oder einem fluoreszierenden Farbstoff vor der Bindungsreaktion. Folglich wird das Problem der Interferenz beim Binden von Biotin oder fluoreszierenden Farbstoffmarkierungen eliminiert.

Die Einfärbung von Nukleinsäure ist nach nur 20 Minuten komplett, die von Protein nach 3 Stunden. Die Ergebnisse erhält man viel schneller als mit radioaktiver Markierung, die mehrfache Expositionszeiten voraussetzt,



oder mit der chemilumineszenzbasierten Detektion, die Blotting und mehrfache Inkubationsschritte verlangt.

Diese Plattform erlaubt auch die ratiometrische Messung von Nukleinsäure und Protein auf dem gleichen Band, das heißt sie liefert zusätzliche Detailinformation über die Bindungsinteraktion. Beide Färbemittel können mit einem Standard-UV-Transilluminator oder einem Laserscanner erkannt werden. Digitale Bilder können leicht für eine zweifarbige Repräsentation von Nukleinsäure und Protein im Gel übereinander gelegt werden.

Molecular Probes Europe B.V.
2333 AA Leiden The Netherlands
Tel 31 71 523 68 50
Fax 31 71 523 34 19
www.probes.com



Lernen Sie auf einem gemeinsamen **Seminar** der Unternehmen CEM GmbH und Axel Semrau GmbH & Co. KG die vielfältigen Einsatzbereiche und das umfangreiche Leistungsspektrum von **Mikrowellensystemen** für die organische Synthese und die Flash-Purification für die Targetisolierung kennen.

Die Seminare finden an folgenden Terminen und Orten statt:

- Mo., 06.10.03, Heidelberg
- Di., 07.10.03, Ulm
- Mi., 08.10.03, Leipzig
- Do., 09.10.03, Berlin
- Fr., 10.10.03, Hannover
- Mo., 13.10.03, Leverkusen

Infos und Anmeldung unter www.cem.de sowie www.axelsemrau.de.



Automatisch Verbrennen

Das Verbrennen und damit quenchfreies Gewinnen von H-3 und C-14 ist die ideale Probenvorbereitung in der Flüssig-Szintillation. Mit dem OX 700 geht das automatisch. Das System arbeitet nach dem Prinzip der katalytischen Verbrennung. In einem horizontalen Verbrennungsrohr wird das Probenmaterial bei 900°C im Sauerstoffstrom verbrannt. Die hohe Verbrennungstemperatur garantiert eine schnelle und rückstandsfreie Verbrennung auch von wässrigen Lösungen, Vollblut, nassem Gewebe und feuchten Bodenproben. Auf dem automatischen Probenhandler können 12 Proben in Probenlöffeln vorgelegt und unbeaufsichtigt nacheinander verbrannt werden. Der Probenhandler führt die Probenlöffel einen nach dem anderen dem Oxidizer zu und nimmt anschließend die gefüllten Probenfläschchen wieder auf.

ZINSSER ANALYTIC GMBH
60489 Frankfurt
Tel 069 789 1060
Fax 069 789 106 80
Email: info@zinsser-analytic.com

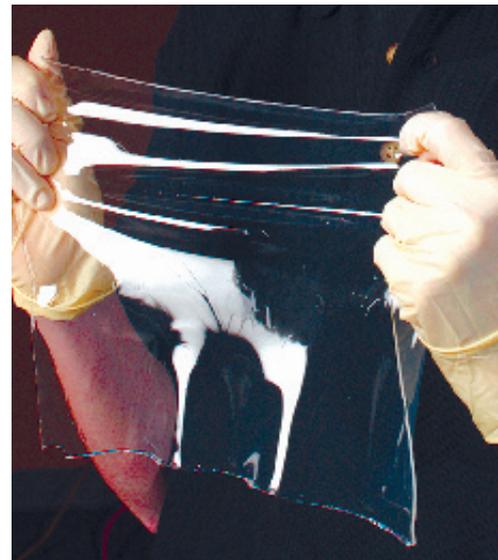
**CLB-Mediatdaten und
Links zu Firmenseiten:**

www.clb.de

Rhinohide – für stärkere Polyacrylamid-Gele

Die Einführung von Rhinohide Polyacrylamidgel-Verstärker von Molecular Probes bedeutet eine markante Verbesserung der Stabilität im Vergleich zur klassischen Polyacrylamidgel-Technologie. Mit Rhinohide gegossene Gele sind wesentlich stärker, reißfester und einfacher zu handhaben, ohne dass es zu Kompromissen beim Elektrophoreseverhalten kommt. Rhinohide ist besonders zur Verwendung in niederprozentigen Gelen und großformatigen Gelen geeignet. Zusätzlich ergeben sich entscheidende Verbesserungen für solche Gele, die in mehreren Arbeitsschritten gefärbt, entfärbt und anderweitig gehandhabt werden müssen.

Rhinohide ist extrem einfach in der Anwendung. Bei einem Standard-Polyacrylamidgelrezept kann es einfach und direkt hinzugefügt werden. Alternativ hierzu sind auch Kits erhältlich. Die Kits enthalten fertig abgemessenes Acrylamid/Bis-acrylamid, sowie Rhinohide in Puffer zur Erstellung einer 30%igen Stock-Lösung. Das Auflösungsverhalten mit Rhinohide



versehener Gele ist dem herkömmlicher SDS-PAGE-Gel vergleichbar und zeigt klare, scharfe Banden. Die herausragende Transparenz der Gele erlaubt die einfache Bildanalyse, sowie das Einscannen fluoreszenzgefärbter Gele bei minimalen Hintergrundstörungen.

Rhinohide-Gele sind mit Silberfärbung und Coomassie Blue-Färbung kompatibel und die perfekte Ergänzung zu SYPRO Ruby, Pro-Q Emerald und Pro-Q Diamond, den von Molecular Probes hergestellten Fluoreszenzfarbstoffen zur Detektion von Gesamtproteinen, Glykoproteinen bzw. Phosphoproteinen in Gelen.

Molecular Probes Europe B.V.
2333 AA Leiden The Netherlands
Tel 31 71 523 68 50
Fax 31 71 523 34 19
www.probes.com

Gen-Expression bei der Maus

Applied Biosystems hat eine umfassende Sammlung vorgefertigter spezifischer Primer und TaqMan-Sonden für Studien zur Genexpression bei der Maus entwickelt. Ein Reaktions-Set umfasst mehr als 8000 Assays für die sensitive, reproduzierbare und quantitative Gen-Detektion des Maus-Genoms.

Applied Biosystems
Tel +44 (0)1925 825650
Fax +44 (0)1925 282502
http://europe.appliedbiosystems.com



Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARÄOMETER

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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

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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

DOSIERPUMPEN

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

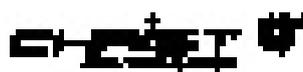
FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN

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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN

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

LABOREINRICHTUNGEN

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



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



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



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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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

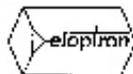


HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

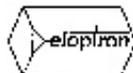
WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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

TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN



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

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



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

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

Ecosphere: Verschenken Sie eine kleine Welt!



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



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

CLB-Leserservice
Bammentaler Straße 6 - 8
69251 Gaiberg

FAX-Hotline: 06223-9707-41

Lieferbedingungen:

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

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

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

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

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

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

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

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

Ort und Datum

Unterschrift

Lieferadresse: Vorname & Name

Straße

PLZ & Ort

Telefon oder e-Mail

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

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

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

Top-Angebot: Jetzt gibt es für jedes neue Abonnement eine kleine Ecosphere (Bild hier; siehe auch S. 251 und Umschlagseite 3). Sie zahlen dafür nur 10 Euro Versandkosten!

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

**Kostenlos Probehefte anfordern unter
Fax: 06223-9707-41 oder
e-Mail: service@clb.de
www.clb.de**



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

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

