

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

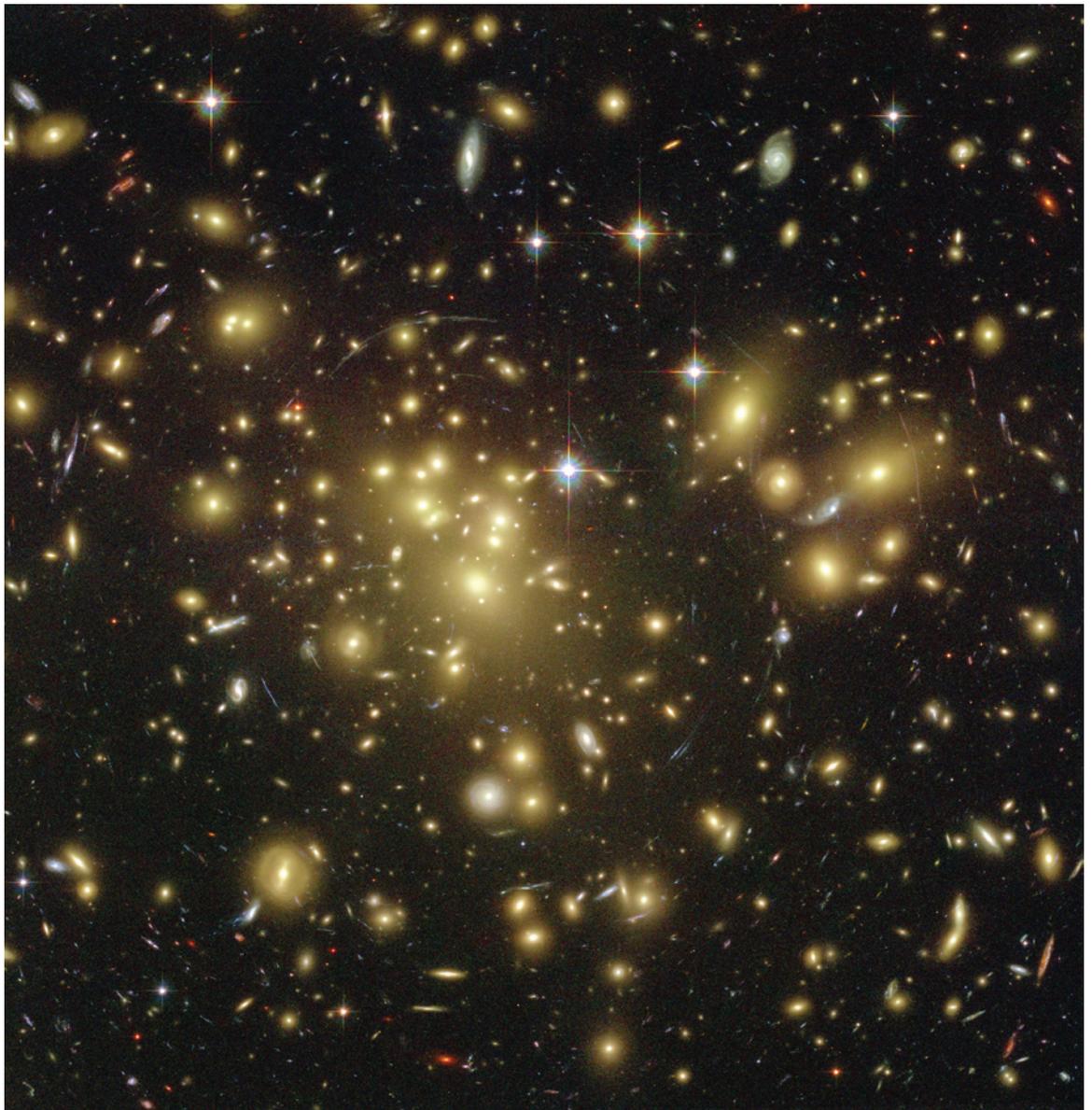
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Das kleinste Genom
- Analytik katalytischer Prozesse
- Chemieunterricht: Wollen und Sollen
- Ionenchromatographie-Grundlagen

CLB-exklusiv: Brief Liebig's an seinen Sohn

Exklusiv in der CLB erschien vor 50 Jahren ein unveröffentlichter Brief von Justus Liebig, dessen 200. Geburtstag man in diesem „Jahr der Chemie“ vielerorts gedenken wird (siehe dazu auch den Artikel „Liebig und seine neue Schule der Chemie“ in der vergangenen Ausgabe 12/2002, S. 448 ff.). Der Autor des Artikels, Dr. Walter Gellendien, hatte den Brief durch einen Schweizer Antiquar erworben. Der Brief war an den ältesten Sohn Liebig's und dessen Frau gerichtet. Wie Gellendien bemerkte, enthielt der Brief aus dem Jahre 1867 im Rahmen privater Mitteilungen zwei für die Chemie bemerkenswerte Notizen: die Ankündigung einer kleinen Kiste Fleischextrakt sowie die Nachricht vom Tode des Chemikers Pelouze. In der kommenden Ausgabe erscheint unter „CLB-Geschichte“ der damalige Artikel Gellendien's, der Aufschlüsse über die damalige explosionsartige Steigerung der Fleischextraktproduktion gibt.

Ein unveröffentlichter Brief Justus v. Liebig's

Abschrift des nebenstehenden Briefes:

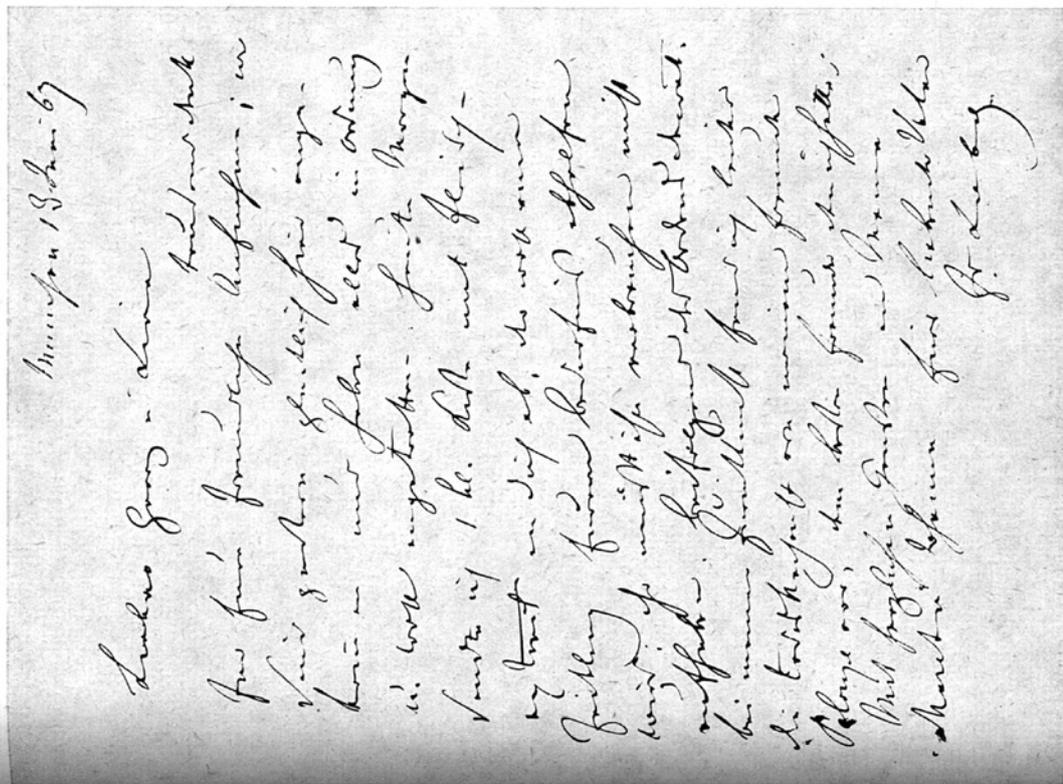
München, 13. Juni 67

Lieber Georg und Lina!

Tausend Dank für Eure freundliche Aufnahme; wir sind gestern glücklich hier angekommen und haben alles in Ordnung und wohl angetroffen. Heute morgen sandte ich 1 kl. Kiste mit Fleischextrakt an Dich ab, der wohl eine Zeitlang Eurem Bedürfnis abhelfen wird; ihr müßt ihn verwenden nicht aufheben. Beifolgend das Ordensdekret. Bei meiner Rückkehr fand ich leider die Todesnachricht von meinem Freunde Pelouze vor, dem besten Freunde den ich hatte.

Mit herzlichsten Grüßen an Mama, „Mentor“ Johanna

Euer liebender Vater
J. v. Liebig



Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,



der Winter (mit Waldläufen bei Minustemperaturen) nähert sich hierzulande in diesem Jahr seinem Ende – die Eiszeit in Deutschland noch nicht. Laut RWI wird sich die Lage auf dem Arbeitsmarkt in diesem Jahr nicht bessern, in der Chemie- und Mineralölbranche fallen die höchsten Arbeitskosten im produzierenden Gewerbe an, auch kleine und mittlere Unternehmen schaffen nicht so viele Arbeitsplätze (siehe Wirtschaft S. 28 und 29).

Leider haben auch uns die Auswirkungen der wirtschaftlichen Negativ-Entwicklung eingeholt: Aufgrund fehlender Anzeigen müssen wir den Preis der CLB erhöhen (Preisinformation siehe U3). Bitte halten Sie uns zugute, dass die letzte Preiserhöhung fünf Jahre zurückliegt, die CLB seit zwei Jahren vollständig vierfarbig erscheint, und unsere Autoren erfahrene Wissenschaftsjournalisten bzw. selbst wissenschaftliche Experten sind – oder auch beides, wie etwa Dr. Röbbke Wünschiers. Darin unterscheiden wir uns von den anzeigengetriebenen Zeitschriften.

In dieser Ausgabe beginnt Wünschiers das spannende Thema des kleinsten funktionalen Genoms (S. 10 ff.); Teil 2 folgt in der nächsten Ausgabe. Das Thema ist hochaktuell: Craig Venter will einen einzelligen lebensfähigen Organismus synthetisieren, der mit einem Minimum von Genen auskommt. Der „Hacker“ des menschlichen Genoms arbeitet bei diesem Projekt mit Nobelpreisträger Hamilton Smith zusammen. Das Minimal Genome Project soll jetzt an dem von Venter gegründeten Institute for Biological Energy Alternatives stattfinden. Rund 25 Mitarbeiter werden dort in den kommenden drei Jahren an dem Programm arbeiten, das amerikanische Energieministerium unterstützt die Forschung mit drei Millionen Dollar. Schon kommen Ängste auf: Das lege die wissenschaftliche Basis für eine neue Generation von biologischen Waffen. Sicherlich muss die Forschung mit wachsamem Auge verfolgt werden. Vorschnelle Restriktionen

verhindern jedoch auch, dass sich Chancen daraus verwirklichen lassen.

Eiszeit in Deutschland herrscht leider auch noch in einer Grundlage des deutschen Wohlstandes, der Bildung. Nordrhein-Westfalens FH-Mathematikprofessoren sehen ihre schlimmsten Befürchtungen bestätigt und schlagen Alarm: Die Mathe-Kenntnisse von Studienanfängern im bevölkerungsreichsten deutschen Bundesland sind außerordentlich schwach. Das hat der Arbeitskreis Ingenieurmathematik bei der Auswertung eines flächendeckenden Eingangstests zum Beginn des Wintersemesters 2002/03 festgestellt (Seite M7 + M8). Lichtblick: Wer zuvor einen Leistungskurs Mathe besuchte, konnte im Schnitt fünf bis sieben Aufgaben lösen.

Zu diesem Lichtblick passt auch, dass die Stiftung „Jugend forscht“ einen Anmelderekord verzeichnet: Mit 8153 Jungforschern stellen sich sieben Prozent mehr dem Wettbewerb als im Vorjahr. Vielleicht ergibt sich die Demotivation – und damit die schlechte Leistung in der Schule – ja auch nur durch eine auseinander klaffende Schere zwischen dem, was die Lehrkräfte als sinnvollen Unterrichtsstoff erachten, und dem, was die Schüler selbst lernen wollen. Interessante Untersuchungen darüber, bezogen auf den Chemieunterricht, legt in dieser CLB Dr. Claus Bolte von der Universität Hamburg vor (S. 19 ff.). Ein Fazit der „curricularen Delphi-Studie Chemie“: Bildung und Erziehung von Heranwachsenden solle nicht ausschließlich als Veranstaltung der Erwachsenengeneration verstanden werden.

Eine Bemerkung zum Titelbild: Ohne die Sterne gäbe es unsere Chemie nicht. Ergeben sich neue Erkenntnisse in der Astronomie – und ein neues Foto von den fernsten Himmelsobjekten mit Hilfe einer Gravitationslinse aufgenommen halte ich für ein erstaunliches Beispiel dafür – ist das immer einen „Umschau“-Artikel wert, und ein beeindruckendes Titelfoto.

Ihr

INHALT

Aufsätze

Was das Leben wissen muss G(e)nomforschung (Teil 1) _____	10
Mikroskopische Beobachtung katalytischer Prozesse Metall-Flüssigkeits-Grenzschichten _____	16
Bildungsinteressen von Jugendlichen und Erwartungen von Erwachsenen Chemieunterricht im Spannungsfeld _____	19

Rubriken

Editorial _____	1
Impressum _____	3
F & E im Bild _____	3
Unternehmen _____	4
Personalien _____	6, 8
Förderungen / Preise _____	7

Umschau

Qualifizierte Labore zeigen: Validierte Acrylamidanalytik steht bereit _____	24
Rekordaufnahme des Weltraumteleskops Hubble 13 Milliarden Jahre zurückgeblickt _____	25
Forschung und Technik _____	26
Wirtschaft _____	28
Nanotechnik _____	32
Literatur _____	34
Service _____	35
Neue Produkte _____	36
Bezugsquellenverzeichnis _____	39
Autoren- und Sachwortregister 2002 _____	I - VIII



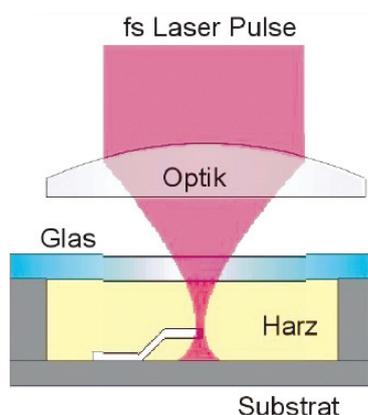
Zum Titelbild:
Den bislang wohl fernsten Blick ins Weltall schaffte das Weltraumteleskop „Hubble“: Auf dem Bild sollen astronomische Objekte zu sehen sein, die nach Einschätzung von Experten bis zu 13 Milliarden Lichtjahre entfernt sein können. Zum Detailreichtum des Bildes trug eine zwei Millionen Lichtjahre große Gravitationslinse bei (siehe dazu unseren Artikel auf Seite 25; Bild: Nasa).

CLB-Memory

Moderne Ionenanalytik (Teil 2): Ionenchromatographie Ionenaustausch und Suppression zur Nitratbestimmung _____	M1
Molekülverbände bestimmen das Erscheinungsbild Strukturen in Wasser, Eis und Schnee _____	M5
Nachwachsende Rohstoffe, Teil 4: Stärke aus Mais und Kartoffeln Material für Folien, Schnee und Reifen _____	M6
„Wieviel ist 30 geteilt durch ein halb?“ Mangelhafte Mathematik-Kenntnisse in Schule und Studium _____	M7
Fragen zu Grundlagen der Chemie _____	M8

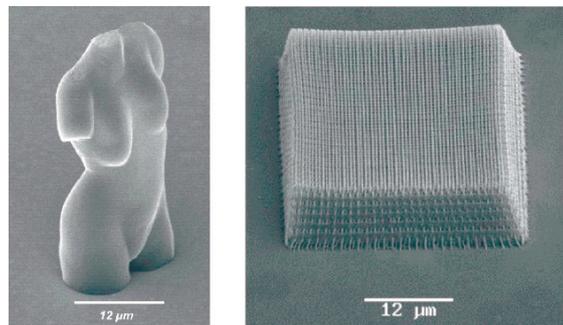
Femtosekunden-Laser am LZH schaffen Nanostrukturen für Photonik und Bionik Quarz und Polymere nehmen winzige Gestalt an

Nanostrukturen in dielektrischen Materialien wie Quarz eröffnen neue Wege in der Optik, beispielsweise durch Herstellung „photonischer Kristalle“ (siehe CLB 11/2002). Am Laser Zentrum Hannover (LZH) erzeugt man solche Strukturen mit einem Femtosekundenlaser (fs-Laser). Auch kleine 3D-Objekte aus UV-sensitiven Polymeren können die Forscher mit dem fs-Laser herstellen.



Derzeit erzeugt man Nanostrukturen für die Optik häufig mit Elektronen- oder Ionenstrahlolithographie. Kostengünstiger ist die Laser-Technologie. Bei der nichtlinearen Wechselwirkung von fs-Laserpulsen mit transparenten Materialien werden mehrere Photonen simultan absorbiert. Die Multiphotonenabsorption beschleunigt freigesetzte Elektronen im Laserfeld weiter, was zu einem Mikroplasma führt. Nach Ausdehnung hinterlässt es kleine Strukturen bis hinunter zu 100 Nanometern auf der Probenoberfläche.

Fokussiert man die fs-Laserpulse in das Volumen eines photosensitiven Harzes, kann man innerhalb des Fokusbereichs den Polymerisationsprozess durch Zwei-Photonen-Absorption (siehe CLB 8/2002, Seite 300) initialisieren. Bewegt man den Laserfokus dreidimensional durch das Harz, findet die Polymerisation entlang der Spur



des Fokusses statt. Da es sich bei der Zwei-Photonen-Polymerisation um einen Prozess mit einer scharfen Schwellen-Leistungsdichte handelt, kann man die Größe des ausgehärteten Volumens über die Pulsenergie beziehungsweise die Einwirkdauer der Laserstrahlung an einem Punkt genau dosieren. Somit ist es möglich, Strukturen zu generieren, die kleiner als das Beugungslimit der Laserstrahlung sind und immer häufiger in Bionik und Medizintechnik Verwendung finden.

Oben: REM Bilder von 3D-Mikrostrukturen: Venus und photonischer Kristall.
Links: Prinzip der Zwei-Photonen-Polymerisation (Abbildung: LZH).

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. Werner, Leipzig.

Redaktion:
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);
e-Mail: kickuth@clb.de,
Dr. Maren Bulmahn (MB),
e-Mail: bulmahn@clb.de
Telefon (0 62 23) 97 07 43
Fax (0 62 23) 97 07 41

Ständige Mitarbeiter:
Dr. Mechthild Kässer, Dieckholzen; Hans Dietrich Martin, Köln; Dr. Uta Neubauer, Bad Soden; Dr. Ognian Serafimov, Konstanz; Jürgen Wagner, Weinheim; Hans-G. Winkler, Meyenfeld; 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

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

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft – außerhalb des Abonnements – 8,60 Euro, im persönlichen Abonnement jährlich 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 Firmenabonnements (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf Anfrage. Bezug durch den Buchhandel und den Verlag. Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres Kündigung erfolgt. Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder des VDC sowie des VBTA erhalten CLB zu Sonderkonditionen.

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

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

ISSN 0943-6677



NACHRICHTEN & NOTIZEN

Der Akzo Nobel-Geschäftsbereich Diosynth hat eine grundsätzliche Übereinkunft über den Kauf des Produktionsbetriebs von Glaxo Smith Kline (GSK) in Montrose, Schottland, erzielt. Die geplante Akquisition soll die Produktionskapazitäten von Diosynth für pharmazeutische Zutaten steigern.

Seit Januar vertreibt die Dr. Schnell Chemie GmbH in Deutschland die P&G Profi Wäschepflegemarken an gewerbliche Großverbraucher und den Fachgroßhandel.

Celanese Chemicals verkauft ihre weltweiten Allylamin- und amerikanischen Alkylamin-Geschäfte an die Firma U.S. Amines Ltd., die die Produktionsstandorte in den Vereinigten Staaten übernimmt. An den Standorten Oberhausen und Cangrejera, Mexiko, bleibt die Produktion von Methylaminen, Alkylaminen und weiteren speziellen Aminen durch Celanese bestehen.

Die Schering AG, Berlin, veräußerte ihre Mehrheitsbeteiligung an dem finnischen Gemeinschaftsunternehmen Oy Leiras Finland AB an Nycomed Pharma. Nycomed Pharma wird damit 51 Prozent an Oy Leiras Finland AB halten, während der Schering Konzern 49 statt der bisherigen 75,1 Prozent behält.

Siemens Axiva baut und montiert für Degussa in China eine Anlage zur Produktion von Silanen für die Gummi-Industrie. Die Anlage wird am Degussa-Standort im Industriepark Yin Zhuang in Shanghai errichtet. Die Produktion soll Mitte 2003 starten. Siemens ist als Engineeringpartner verantwortlich für den zeit- und qualitätsgerechten Aufbau der Anlage. Dieses Projekt ist die Fortführung einer erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen den lokalen Organisationen von Degussa und Siemens in China. Bereits im Jahre 2001 erhielt Siemens Axiva von Degussa einen Auftrag zu Bau und Montage einer Produktionsanlage von Additiven für die Herstellung von Polyurethanschaumstoffen im Industriepark in Yin Zhuang in Shanghai.

Perkin Elmer gab die Fusion seiner Geschäftsbereiche Life Sciences und Analytical Instruments bekannt. Peter B. Coggins, bisher Präsident bei Perkin Elmer Life Sciences wird der neuen Organisation als Präsident vorstehen. Die neue Organisation beschäftigt mehr als 2000 Mitarbeiter in Vertrieb, Service und Support.

Die M. K. JUCHHEIM GmbH & Co (JUMO), Fulda, betreibt seit zehn Jahren ein akkreditiertes DKD-Kalibrierlaboratorium für Temperatur. Dank kontinuierlicher Weiterentwicklung und Teilnahme an Ringversuchen steht heute ein Kalibrierbereich von minus 80 bis plus 1100 Grad Celsius zur Verfügung. Inzwischen wurde das Kalibrierlaboratorium auf die Norm DIN EN ISO IEC 17 025 umgestellt und akkreditiert. Damit erfüllt das Kalibrierlabor einen weltweit gültigen Standard.

Methanol und Ammoniak aus der Karibik Mit Deutscher Finanzierung

Laut dpa soll auf der Karibikinsel Trinidad mit deutscher Finanzierung die größte Methanolfabrik der Welt entstehen. Die Betreiberfirma Methanol Holdings Trinidad Limited (MHTL) unterzeichnete einen Vertrag mit der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) über ein Darlehen in Höhe von 450 Millionen US-Dollar. Schon heute ist Trinidad und Tobago der weltgrößte Exporteur von Ammoniak und Methanol.

Die neue Methanol-Anlage soll nach Fertigstellung eine Tageskapazität von 5400 Tonnen erreichen. Trinidad würde dann zusammen mit den bestehenden Anlagen 22 Prozent des Weltbedarfs an Methanol produzieren, hieß es aus Regierungskreisen.

Ausländische Konzerne haben in den vergangenen Jahren bereits

Milliardensummen in den Aufbau einer petrochemischen Industrie auf Trinidad investiert, deutsche Anlagenbauer sind insbesondere an der Produktion von Ammoniak, Stickstoffdünger und Methanol beteiligt, sowie an der Exploration, Entwicklung und Produktion von Erdgas aus Feldern im Nordwesten Trinidads.

Die Ferrostaal AG – ein Essener Unternehmen der MAN-Gruppe – plant als Generalunternehmen beispielsweise nun eine Ammoniak-Anlage für Nitrogen (2000) unlimited in Trinidad, die bis Ende 2004 fertiggestellt sein soll. Die Firma erhielt den Auftrag nach dem erfolgreichen Aufbau innerhalb von zwei Jahren und dem letztjährigen Start einer identischen Anlage für die Caribbean Nitrogen Company Ltd. im Industriezentrum Point Lisas in Trinidad.

Was macht Arbeitgeber attraktiv?

FH Jena erstellte Projektstudie

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Schott Jenaer Glas GmbH und Betriebswirtschaftsstudenten an der Fachhochschule Jena wurde der Bekanntheitsgrad und das Arbeitgeberimage des Unternehmens bei Studierenden in den Abschlusssemestern untersucht. Beliebteste Arbeitgeber stammen laut der Studie aus der Elektrotechnik- und Automobilbranche.

Die Studie sollte unter anderem auch Aufschluss darüber geben, welche Merkmale einen attraktiven Arbeitgeber auszeichnen und über welche Kanäle sich akademische Nachwuchskräfte über Unternehmen und Beschäftigungschancen informieren. Dazu befragte man insgesamt 170 Studierende an der Fachhochschule Jena, der Fried-

rich-Schiller-Universität und der Technischen Universität Ilmenau.

Auf die offene Frage hin, welche Unternehmen grundsätzlich als zukünftige Arbeitgeber attraktiv wären, wurden auf den Plätzen eins bis vier genannt: Siemens, BMW, Bosch und Daimler Chrysler. Aber schon auf den Plätzen fünf bis sieben folgten einheimische Unternehmen in der Reihenfolge Jenoptik, Carl Zeiss Jena und Schott Jenaer Glas.

Welche Merkmale machen nun einen Arbeitgeber attraktiv? Bei einer offenen Fragestellung wurden am häufigsten genannt: 1. Angemessene Bezahlung, 2. Gutes Betriebs- und Arbeitsklima und 3. Interessante und abwechslungsreiche Aufgaben. Schott Jenaer Glas erhielt in allen Merkmalen mittlere Bewertungen. Für das

Unternehmen ergeben sich aus der Studie wichtige Hinweise, welche Arbeitgebervorteile in der Kommunikation mit Studierenden besonderes herausgestellt werden müssen.

Bei weitem wichtigstes Informationsmedium über die Unternehmen ist für die Studierenden der Internet-Auftritt eines Unternehmens. Die meisten haben diesen Weg bereits genutzt und lassen für die Zukunft eine noch weiter gesteigerte Nutzungsabsicht erkennen. Aushänge an Hochschulen, Vorträge von Unternehmensvertretern und die Bereitstellung von Unternehmensbroschüren fallen in der Bedeutung dagegen deutlich ab.



Übergabe der Untersuchungsergebnisse an Wolfgang Burkhardt, Personalleiter der Schott Jenaer Glas GmbH und Auftraggeber der Untersuchung (Foto: FH Jena).

Prime Standard und SRS-Technologie Lion bioscience im Aufwind

Die Lion bioscience AG erfüllt die Anforderungen des neuen Prime Standard Segments der Deutschen Börse AG. Die Kooperation mit Bayer und große Lizenzierungen der SRS-Technologie lassen das Heidelberger Unternehmen ein kräftiges Umsatzwachstum erwarten.

Der Prime Standard ist laut der Deutschen Börse auf Unternehmen zugeschnitten, die sich auch gegenüber internationalen Investoren positionieren. Von ihnen fordert die Börse erhöhte Publizitäts-Anstrengungen. Dazu zählen unter anderem eine regelmäßige Quartalsberichterstattung, internationale Rechnungslegung sowie die laufende Berichterstattung auch in englischer Sprache.

Die Aktien der Lion bioscience AG werden nach der Branchenklassifizierung der Frankfurter Wertpapierbörse dem Technologiesektor zugeordnet. Die Titel können somit ab dem 23. März 2003 innerhalb des Prime Standard Segments ein Mitglied des dreissig Werte umfassenden Tec DAX werden: Die Notierung im Prime Standard ist die Basis für die Aufnahme in dieses Börsenseg-

ment. Auch die MWG Biotech AG, Ebersberg, hat bei der Deutschen Börse AG den Antrag auf Zulassung ihrer Aktien im neuen Prime Standard Segment des deutschen Aktienmarktes gestellt.

Wie Lion Bioscience jetzt weiter mitteilte, erhielt das Unternehmen vom Bayer-Konzern eine Milestone-Zahlung über zwei Millionen Dollar. Das Geld fließt im Rahmen eines Projektes für Life-Science-Informatik auf dem Gebiet der Chemie (Pharmacophore Informatics).

Ebenso meldete das Heidelberger Unternehmen einen Lizenzvertrag mit der italienischen Siena Biotech. Die von Lion gelieferte Technologie SRS Evolution soll zur Basis der Bioinformatik-Infrastruktur von Siena werden. Siena Biotech ist der dritte Kunde nach Chiron Vaccine und Axxam in Italien. SRS steht für „Sequence Retrieval System“ und ist eine Software-Plattform zur Sammlung und Aufbereitung von Daten in der Pharmaforschung. Entwickelt wurde die Forschungs-Informatik Anfang der 90er Jahre vom European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg. Mittlerweile gilt SRS als Branchenstandard für Software in der Wirkstoff-Forschung.

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Clariant gab die Eröffnung einer neuen Produktionsanlage für Textil- und Lederchemikalien in Tianjin, China, bekannt. Laut CEO Handte soll damit die Voraussetzung geschaffen werden, um in der Wachstumsregion Greater China, zu der auch Hong Kong und Taiwan gehören, zusätzliche Marktanteile zu erobern.

Die Medigene AG hat ein US-Patent auf ein Verfahren zur Gewinnung therapeutisch einsetzbarer Viren erhalten. Das Patent schützt eine Filtrationsmethode zur Trennung verschiedener Viren voneinander. Der Rechtsstreit um Eigentumsrechte an der CVLP Technologie – einem Verfahren zur Herstellung von virus-ähnlichen Partikeln für die Entwicklung eines Tumorimpfstoffes zur Behandlung von Gebärmutterhalskrebs – mit der Loyola Universität von Chicago und Medimmune Inc. ist beigelegt. Im Rahmen der Vereinbarung werden alle Schadenersatzansprüche von Loyola und Medimmune gegenüber Medigene fallen gelassen, Medigenes Berufungsverfahren beendet und die strittigen Eigentumsrechte an Loyola übertragen.

Die JPK Instruments AG schließt nur sechs Monate nach Einführung ihres ersten Produktes das 4. Quartal 2002 mit Gewinn ab und kann auch für das Gesamtjahr 2003 mit schwarzen Zahlen rechnen. Im kommenden Jahr wird die Produktpalette unter anderem mit dem „Light Wizard“ erweitert, einem Rastersondenmikroskop, das im Gegensatz zum „Nano Wizard“ neben der Topographie auch optische Eigenschaften wie Fluoreszenz oder wellenlängenabhängige Absorption des lebenden Präparates oder einzelner Moleküle erfassen können wird.

Umzüge

Die Physica Messtechnik GmbH bezieht ein neues Firmengebäude im Scharnhäuser Park, Ostfildern. Das Unternehmen stellt komplexe Rheometersysteme her. Im neuen Firmengebäude sind auch die Kompetenzzentren für den nationalen Vertrieb der Anton Paar Dichte- und Konzentrationsmessgeräte und der Labormessgeräte der Firma Grabner Instruments beheimatet:

Physica Messtechnik GmbH
Helmut-Hirth-Strasse 6; D-73760 Ostfildern
Tel 0711 720910; Fax 0711 72091630

In den letzten Jahren ist die Mitgliederzahl des AMA-Fachverbandes für Sensorik e.V. auf fast 400 angestiegen. Mit den gewachsenen Aufgaben wurde ein Umzug in neue Geschäftsräume erforderlich:

AMA Fachverband für Sensorik e.V.
Friedländer Weg 20; D-37085 Göttingen
Tel 0551 21695; Fax 0551 25155
www.ama-sensorik.de

AGILENT Nachfolger von **Hans-Günter Hohmann** (60) als Vorsitzender der Geschäftsführung der Agilent Technologies Deutschland GmbH ist **Reinhard Hamburger** (48), der der Geschäftsführung bereits angehört und bisher den Halbleitertestbereich in Böblingen geleitet hat.



Wucherer

tronik, Informationstechnik (VDE) haben **Prof. Dr. Klaus Wucherer**, Mitglied im Zentralvorstand der Siemens AG, zum neuen Präsidenten des Verbandes gewählt.



Kooperationspreis
Food-Processing NRW 2002
Prämierung der Sieger

BASF **Dr. Andreas Kreimeyer** und **Dr. Kurt Bock**, bisheriger Leiter des Bereichs Logistik und Informatik, sind neue Vorstandsmitglieder. Kreimeyers zukünftige Zuständigkeit wird die Unternehmensbereiche Veredlungsmaterialien und Veredlungspolymere sowie die Region Asien umfassen. Bock wird nach der Geschäftsverteilung des Vorstands mit Wirkung vom Ende der Hauptversammlung am 6. Mai 2003 Nachfolger von **Max Dietrich Kley** als Finanzvorstand der BASF.



Kreimeyer

Das Forschungszentrum Jülich, die Agroisolab GmbH und die Agrosom GmbH erhielten gemeinsam den Kooperationspreis Food Processing des Landes Nordrhein-Westfalen. Dorothee Dzwonnek (rechts im Bild oben), Stellvertretende Vorstandsvorsitzende des Forschungszentrums Jülich, Markus Boner (2.v.r., Agroisolab GmbH) und Jörg

Lickfett (3.v.r., Agrosom GmbH) nahmen den Sonderpreis entgegen. Mithilfe der Isotopenanalyse kommt Agroisolab fast jedem Etikettenschwindel im Lebensmittelbereich auf die Spur. Die Methode wurde unter der Leitung von Prof. Hilmar Förstel im Forschungszentrum Jülich in den letzten Jahren bis zur Marktreife optimiert.



Bock

GDCh **Prof. Dr. Dirk Walther**, Chemiker von der Friedrich-Schiller-Universität Jena ist 2002 zum Vizepräsidenten der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) gewählt worden und hat dieses Ehrenamt am Jahresanfang angenommen.



Walther

Personalia, Preise und „Practice“ bei Sartorius

Hermann Schierwater (links im Bild bei einer Laborbegehung), Leiter Konzernstrategie, Marketing und Kommunikation bei der Göttinger Sartorius AG, wird spätestens zum April 2003 zur Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) wechseln. Er schließt sich damit Prof. Dr. Utz Claassen (rechts) an, der demnächst den Vorstandsvorsitz der EnBW übernehmen wird.

Der Vorstand des niedersächsischen Unternehmens hat jetzt die im Corporate Governance Kodex genannten Verhaltensempfehlungen der von der Bundesregierung eingesetzten Kodex-Kommission zur Unternehmensleitung und Überwachung zur



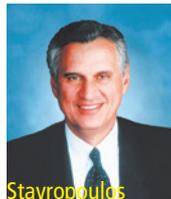
Foto: Kickuth

förmlichen Leitschnur in der Unternehmens-Kommunikation bestimmt, deren Einhaltung ein „Compliance-Beauftragter“ überwacht.

Das „Internationale Forum Design“ in Hannover hat den „if design award 2003“ an die Melsunger Sartorius-Tochter B. Braun Biotech International vergeben. Ausgezeichnet wurde das Multi-Fermenter-System Biostat B-DCU. Diese Auszeichnung wird jährlich an Unternehmen vergeben, deren Produkte sich durch ihr funktionales und richtungsweisendes Design hervorheben.

Im Dezember traf sich erstmals das künftig halbjährlich statt findende „GAMP D-A-CH Forum“ (Good Automated Manufacturing Practice) im Sartorius College. Ziel des deutschsprachigen Forums ist es, die Kommunikation zwischen Betreibern pharmazeutischer Anlagen sowie deren Zulieferern und Behördenmitgliedern für eine einheitliche Vorgehensweise bei der Validierung von automatisierten Systemen zu erreichen.

DOW CHEMICALS Der Verwaltungsrat des Chemiekonzerns hat den früheren Firmenchef **William S. Stavropoulos** (63) zum Präsidenten und Vorstandsvorsitzenden gewählt. Der bisherige Vorstandschef **Michael D. Parker** (56) wurde wegen der enttäuschenden finanziellen Entwicklung des Unternehmens in den letzten zwei Jahren entlassen.



Stavropoulos

ULTRAFILTER Im Zuge der Integration der ultrafilter international AG in die „Industrial Air Filtration Group“ der Donaldson-Gruppe wurde **Carsten Pattberg** (36) zum Geschäftsführer der ultrafilter gmbh, der Vertriebs- und Servicegesellschaft Deutschland, ernannt.



Pattberg

VDE Die Delegierten des Verbandes der Elektrotechnik, Elek-

Jugendsoftware

Wer schafft es, faszinierende Erkenntnisse und Experimente aus den Naturwissenschaften, der Mathematik oder Informatik per Computer zu vermitteln? Bis zum **15. Juli 2003** können sich Schülerinnen und Schüler von der ersten Klasse bis zum Abitur um den diesjährigen Klaus Tschira Preis für Jugendsoftware bewerben (www.lmz-bw.de). Die Klaus Tschira Stiftung vergibt den Preis in drei Alterskategorien. Es sind sowohl einzelne Bewerbungen möglich als auch Arbeiten von Gruppen oder ganzen Schulklassen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Lebensmittelsicherheit

Der Wettbewerb um die Innovationspreise des Cofresco Institutes geht in die zweite Runde. Gefragt sind „verbraucherorientierte Lösungen, die den Umgang mit Lebensmitteln im Haushalt für eine gesunde Ernährung aktiv unterstützen“. Vergeben werden maximal zwei mit je 10 000 Euro dotierte Innovationspreise. Teilnahmebedingungen und Anmeldeformulare finden sich unter www.cofrescoinsstitute.com, Einsendeschluss ist der **31. März 2003**.

Sprachliche Brillanz

Als erste bundesdeutsche Hochschule verleiht die Universität Mannheim künftig einen Preis für wissenschaftliche Arbeiten von besonderer sprachlicher Brillanz. Mit dem „Preis für Sprache und Wissenschaft“ sollen Dissertationen und Habilitationsschriften ausgezeichnet werden, die nicht nur hohen wissenschaftlichen Ansprüchen genügen, sondern auch stilistisch herausragen. Der mit 3.000 Euro dotierte Preis wird 2003 erstmals vergeben. Mögliche Preisträger sollen zunächst Doktoranden und Habilitanden der Universität sein. Eine bundesweite Ausschreibung ist jedoch bereits angedacht.

Innovative Professuren

Die Volkswagen Stiftung verstärkt ihre personen- und institutionenbezogene Förderung und startet eine neue Initiative – die „Lichtenberg-Professuren“, benannt nach dem Mathematiker, Physiker und Philosophen Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799).

Ziel ist es, herausragende Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in Verbindung mit innovativen Lehr- und Forschungsfeldern zu fördern und damit auch zu einer Profilbildung der besten unter den deutschen Hochschulen beizutragen – im Interesse des Wissenschaftsstandortes Deutschland. Mit den neuen Lichtenberg-Professuren sollen also in einem Zug sowohl thematische als auch strukturelle und forschungspolitische Akzente gesetzt werden. Gedacht ist an die Bewilligung von etwa zehn bis zwölf Professuren dieser Art pro Jahr.

Dabei stellt die Volkswagen Stiftung ihre Leistungen nur zur Verfügung, wenn von universitärer Seite die Rahmenbedingungen für die zu etablierende Stiftungsprofessur stimmen. Dies betrifft sowohl das künftige wissenschaftliche Umfeld als auch die fachlich-strategische und die Personalplanung. Die Hochschule sollte zudem bereit sein, sich finanziell an der Professur zu beteiligen. Eine Hochschule kann auch selbst die Initiative zur Einrichtung einer „Lichtenberg-Professur“ ergreifen, wenn sie innovative Entwicklungen auf einem aktuellen Forschungsgebiet aufgreifen, zukunftssträchtige und auch risikoreiche Themen definieren und auch fachübergreifend ausgestalten will – und dafür passgenau einen hoch qualifizierten Wissenschaftler findet, der dann selbst die Antragstellung bei der Stiftung übernimmt.

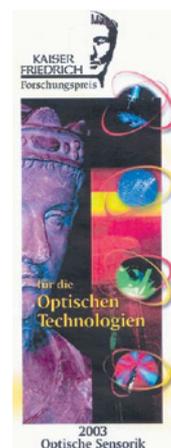
Ein Merkblatt zu den „Lichtenberg-Professuren“ steht ab etwa Mitte Januar 2003 zur Verfügung (www.volkswagenstiftung.de). Stichtag der ersten Ausschreibungsrunde wird der **1. Dezember 2003** sein.

Optische Sensorik

Der mit 15 000 Euro dotierte Kaiser-Friedrich-Forschungspreis widmet sich 2003 dem Schwerpunktthema „Optische Sensorik“. Einsendeschluss ist der **15. März 2003**. Einzelheiten finden Sie unter www.kaiser-friedrich-forschungspreis.de.

Parallel zu diesem Preis erfolgt ein Posterwettbewerb, der sich an den Wissenschaftsnachwuchs in der Forschungsregion Hannover – Göttingen – Clausthal – Braunschweig wendet.

Organisatoren für beide Wettbewerbe sind das Kompetenznetz für Optische Technologien „Photonic Net“, die TU Clausthal und die Firma Stöbich Brandschutz.



Gene Start Biotech Award

Der Businessplan-Wettbewerb, der im Auftrag des baden-württembergischen Wirtschaftsministeriums von der Cap Gemini Ernst & Young Deutschland GmbH organisiert wird, richtet sich an alle Ideenträger aus Wissenschaft,



Forschung und Industrie im gesamten Bereich der modernen Biotechnologie, einschließlich der für die Biotechnologie relevanten Medizintechnik. Sein Ziel ist es, diese Menschen zu motivieren und sie mit professioneller Beratung und Betreuung bei ihrer Unternehmensgründung in Baden-Württemberg zu unterstützen (www.genestart.com). Gleichzeitig sollen Venture-Capital-Fonds auf die Forschungslandschaft in Baden-Württemberg und die in diesem Wettbewerb eingereichten Produkt-, Verfahrens- und Serviceideen aufmerksam gemacht werden. Der Wettbewerb gliedert sich in zwei Phasen. Zum Abschluss der ersten Phase (Abgabe der Unterlagen bis zum **14.02.2003**) präsentieren die Teilnehmer ihr Geschäftskonzept, das auf einer innovativen Idee basiert. In der zweiten Phase (bis zum **13.06.2003**) erarbeiten die Teilnehmer einen detaillierten Businessplan, der von einer Jury bewertet wird.

Sonderthema „Großpreisvergaben“

Mitochondrien-Biogenese und Peptid-Analytik

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG, das Bundesforschungsministerium und die Philip-Morris-Stiftung ehrten kürzlich herausragende Wissenschaftler aus verschiedensten Disziplinen.

Chemiker und andere Naturwissenschaftler fehlen im Reigen der ausgezeichneten Forscher nicht. Der Zwei-Photonen-Anregung, der spinpolarisierten Rastertunnelmikroskopie und der Kernresonanzspektroskopie schenken die Preisrichter als analytische Methoden besondere Aufmerksamkeit.

Leibniz-Preisträger

Eine Wissenschaftlerin und zehn Wissenschaftler erhalten 2003 den mit jeweils 1,55 Millionen Euro dotierten deutschen **Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis**. Von den bisher insgesamt 207

siehe CLB 8/2002, Seite 299 und CLB 11/2002 Seite 430). Denk hat die Vorteile des Verfahrens sehr bald zur Lösung biologischer Fragestellungen angewandt. Inzwischen hat der Heidelberger Max-Planck-Forscher sein Verfahren soweit miniaturisiert, dass eine Anwendung am freibeweglichen Tier in greifbare Nähe rückt.

Der Chemiker, Biochemiker und Zellbiologe **Roland Lill** (47) hat bei seinen Untersuchungen zur Mitochondrien-Biogenese eine völlig neue Facette der Mitochondrien-Funktion aufgedeckt. Mit seiner Arbeitsgruppe fand er an Hefezellen heraus, dass die Mitochondrien für die Bildung der Eisen-Schwefel-Proteine lebensnotwendig sind. Mutationen in den entsprechenden Transportproteinen beim Menschen sind bereits als Ursachen zweier genetisch bedingter Krankheiten bekannt.

Ferdi Schüth (42) gilt als kreativer und vielseitiger Wissenschaftler mit fachlicher Neugier und Gespür für praxisrelevante Fragestellungen. Sein Interesse gilt der Synthese von Feststoffen mit gezielt einstellbaren Eigenschaften, insbesondere im Hinblick auf deren Einsatz in katalytischen Reaktionen. Einen besonderen Schwerpunkt bilden seine Untersuchungen zur Darstellung, Struktur und Funktionalität geordneter mesoporöser Festkörper. Seit langem beschäftigt sich der Mülheimer Max-Planck-Forscher mit den Elementarschritten bei der Kristallbildung aus Lösung. Ziel ist es, die maßgeschneiderten Produkte bereits bei der Kristallisation zu erhalten.

Weitere Preisträger sind Hèlène Esnault und Eckart Viehweg, Algebraische Geometrie, Universität Essen; Gerhard Huiskens, Mathematik, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Golm; Rupert Klein, Numerische Strömungsmechanik, Freie Universität Berlin und Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung; Prof. Dr. Albrecht Koschorke, Neuere Deutsche Literaturwissenschaft, Universität Konstanz; Prof. Dr. Hans-Peter Seidel, Computergraphik, Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken; Prof. Dr. Hubert Wolf, Kirchengeschichte/Katholische Theologie, Universität Münster.

Der Marburger Forscher hat durch diese Entdeckung ein völlig neues Teilgebiet der Zellbiologie eröffnet und ein überzeugendes Beispiel für die Bedeutung von Modellorganismen in den Biowissenschaften geliefert.

90 Jahre Dr. von Morgenstern Schulen – Ehemalige bitte melden!

Die Dr. von Morgenstern Schulen in Braunschweig (Ausbildungen zu CTA, BTA, PTA) feiern im Mai 2003 ihr 90-jähriges Jubiläum. Aus diesem Anlass lädt die Schule am Samstag, den 17. Mai 2003, zu einem Treffen der ehemaligen Schülerinnen und Schüler ein. Neben einem fröhlichen Wiedersehen soll auch die Fortbildung nicht zu kurz kommen. Zur Vorbereitung bittet die Schule um die Anschriften der Ehemaligen (bitte melden bei: Dr. von Morgenstern Schulen, Freisestraße 14, 38118 Braunschweig, Tel.: 05 31/ 5 81 18-0, Fax: 05 31/5 81 18-30, eMail: info@morgenstern-schulen.de).

Preisträgern kommen 45 aus den Geisteswissenschaften, 57 aus den Biowissenschaften, 75 aus den übrigen Naturwissenschaften und 30 aus den Ingenieurwissenschaften. Mit natur-/biowissenschaftlichem Schwerpunkt erhalten dieses Jahr vier Forscher den Preis:

Winfried Denk (45) begann als Physiker und dürfte jetzt den meisten als Neurobiologe gelten. Seine wissenschaftliche Pioniertat ist die Entwicklung der Zwei-Photonenmikroskopie zusammen mit W. W. Webb (zur Zwei-Photonenanregung

Mit dem Namen **Christof Niehrs** (40) sind international viel beachtete Antworten auf zentrale Fragen der Entwicklungsbiologie verknüpft. Sie haben die Grundlage dafür gelegt – zusammen mit dem Wissen um die zugrundeliegenden Genome – in Zukunft Beiträge zu noch ungelösten Fragen, wie der nach Form und Größe, in der Biologie anzugehen. Niehrs arbeitet an der Universität Karlsruhe und dem Krebsforschungszentrum Heidelberg.

Max-Planck-Preisträger

Von Computersimulationen über die Erforschung der Eigenschaften von Materie unter extremen Bedingungen bis hin zur Aufklärung von Sprachmustern – das ist das Forschungsspektrum von zwölf in- und ausländischen Wissenschaftlern, die den **Max-Planck-Forschungspreis** 2002 erhalten. Den mit jeweils 125 000 Euro dotierten, vom Bundesforschungsministerium

gestifteten Preis vergibt die Max-Planck-Gesellschaft (München) gemeinsam mit der Alexander von Humboldt-Stiftung in sechs verschiedenen Disziplinen.

Den Preis für Biowissenschaften und Medizin erhalten die drei Wissenschaftler **Pamela Jane Bjorkman** (Kalifornien/USA), die Ursachen von Autoimmunkrankheiten aufklärte, sowie **Klaus Josef Palme** und **Nikolaus Pfanner** (beide Freiburg), die über Zellbiologie forschten, was zum besseren Verständnis von Krankheiten wie Diabetes mellitus und Herzmuskelkrankungen führen könne.

Der Max-Planck-Forschungspreis für Chemie und Pharmazie geht an zwei Wissenschaftler: **Wilfred Frederik van Gunsteren** (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich) für neue Methoden biomolekularer Simulationen im Computer sowie **Franz Hofmann** (Technische Universität München) für Einsichten in die Entstehung von Arteriosklerose.

Der Preis für Ingenieurwissenschaften wird verliehen an **Hans-Jürgen Herrmann** (Universität Stuttgart) für die Computer-Simulation des Verhaltens von Sand und Schüttgütern.

In der Kategorie Physik werden vier Wissenschaftler geehrt: **Helmut Eschrig** (Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden) für neue Wege der Vorhersage des Verhaltens magnetischer Eigenschaften, Supraleitung und metallischer Legierungen; **Wladimir E. Fortow** von der Russian Academy of Sciences (Moskau) für Methoden, die physikalische und chemische Eigenschaften von fester und flüssiger Materie sowie Gasen und Plasmen untersuchen; **Mark G. Raizen** (University of Texas, Austin) für die präzise Lenkung des Wachstums von Neuronen mit Hilfe von Laserlicht (mit der Aussicht, eines Tages geschädigte Nerven zu reparieren), und **Wolfgang Peter Schleich** (Universität Ulm) für die Eröffnung einer neuen Perspektive zum Verständnis der Quantennatur des Lichts.

Mit dem Preis in der Kategorie Geistes- und Sozialwissenschaften werden **Ekkehard König** (Freie Universität Berlin) und **Frank Rösler** (Philipps-Universität-Marburg) ausgezeichnet.

Phillip-Morris-Preisträger

Der mit insgesamt 100 000 Euro dotierte **Philip-Morris-Forschungspreis** gilt in diesem Jahr Arbeiten auf dem Gebiet der Quantenkryptografie, Materialforschung, Biochemie und Wirtschaftsinformatik.

Der Biochemiker **Horst Kessler** von der Technischen Universität München erhielt die Auszeichnung für seine Weiterentwicklung der Kernresonanz-Spektroskopie (NMR). So lassen sich jetzt Form und Struktur von Peptiden in natürlicher Umgebung exakt bestimmen (zu NMR von Proteinen siehe CLB 8/2002, Seite 292).

Harald Weinfurter und sein Kollege **Christian Kurtsiefer** erhielten die Auszeichnung für die Entwicklung von Geräten für die quantenkryptographische Übertragung über eine Freiluftstecke. Theoretisch kann die Quantenkryptographie eine absolut sichere Übertragung geheimer Schlüssel garantieren. Jeder Versuch, diese Kommunikation abzuhören, verändert die Übertragung und entlarvt den Spionageversuch: Eine Messung – meist die Bestimmung der Polarisationsrichtung eines Photons – beeinflusst das Objekt und legt damit dessen Zustand fest.

Für neue Grundlagen zur Datenspeicherung erhielten die Hamburger Physiker **Roland Wiesendanger** und **Matthias Bode** den Forschungspreis. Mit dem Verfahren der spinpolarisierten Rastertunnelmikroskopie können die Forscher winzige magnetische Veränderungen erzeugen und messen.

Eine Anwendung in zahlreichen Unternehmen haben bereits die Forschungsarbeiten des Wirtschaftsinformatikers **August-Wilhelm Scheer** von der Universität Saarbrücken gefunden.



vom 25. bis 27. März 2003



International Symposium
on
Instrumentalized Analytical Chemistry
and
Computer technology

- Vorträge
- Poster
- Sondersymposien
- Zertifizierungskurse
- Praxiskurse
- Firmenseminare
- Industrieausstellung

Grösste internationale Tagung
Instrumentelle Analytik
Chemie und Life Sciences

www.InCom-Symposium.de

G(e)nomforschung (Teil 1)

Röbbe Wünschiers, Universität Köln

In den vergangenen sieben Jahren wurden mehrere Dutzend Genome sequenziert. Computerprogramme und Menschenhirne analysieren seither die angefallenen Sequenzdaten und kommen zumindest zu einem Schluss: je höher ein Organismus evolutiv entwickelt ist, desto mehr scheinbar unnütze DNA trägt er mit sich herum. Aber wie viel DNA ist überhaupt notwendig? Das kleinste bekannte Genom des autonomen pathogenen Bakteriums *Mycoplasma genitalium* kodiert für 480 Proteine und 37 RNAs. Lässt sich mit weniger Genen das Leben bestreiten? Welchen Informationsgehalt trägt die DNA überhaupt, und wird es bald möglich sein, künstliches Leben zu schaffen? Die Totalsynthese von Viren jedenfalls ist bereits gelungen. Forschungsgruppen in aller Welt suchen nach Antworten auf das informationstheoretische Rätsel des Lebens.

Der Begriff Genom ist nicht so jung wie man aufgrund der neuen Wortschöpfung „Genomics“ meinen könnte. Er wurde in den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts von dem deutschen Botaniker HANS KARL WINKLER als Zusammenführung der Wörter „Gen“ und „Chromosom“ geschaffen. Erst zwei Jahrzehnte zuvor, im Jahre 1909, wurde von dem dänischen Populationsforscher und Züchter WILHELM JOHANNSEN der Begriff „Gen“ geprägt (siehe auch [1]). Der Genbegriff war damals aber nicht unbedingt mit den Chromosomen verknüpft, sondern stellte eine rein formale Einheit der Vererbung eines Merkmals von einer Generation auf die nächstfolgende Generation dar (Vererbungseinheit). Damit ist der Begriff Genom älter als die Entdeckung von OSWALD AVERY im Jahre 1944, dass die DNA die Erbinformation trägt.

Während früher die molekulare Analyse der Erbinformation auf einzelne Gene beschränkt war, werden seit 1995 komplette Genome sequenziert (Abb. 1). Dies resultiert in einer immensen Datenflut, die es zu analysieren gilt. Aber wie sieht die Datenmenge von organischer Seite aus? Wie viel Erbinformation ist für ein Lebewesen überhaupt notwendig?

Der Autor

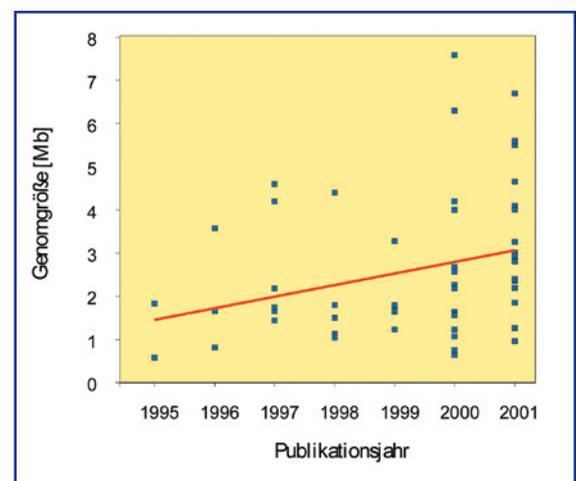
Dr. Röbbe Wünschiers studierte Biologie in Marburg und promovierter dort über „Eigenschaften, Regulation und Funktion einer Hydrogenase im Wasserstoffmetabolismus der einzelligen Grünalge *Scenedesmus obliquus*“. Seit Jan. 2002 ist R. Wünschiers an der Universität Köln, forscht dort im Bereich der Genom- und Genexpressionsdatenanalyse und unterrichtet am Cologne University Bioinformatic Center (CUBIC) Genetik. Für die CLB schreibt R. Wünschiers seit 1997 biologisch orientierte Beiträge.



Was ist Leben?

Um der Frage nach der minimal notwendigen Erbinformation, also des minimalen Genoms, eines Lebewesens nachgehen zu können, muss zunächst geklärt werden, was ein Lebewesen ist. So haben Viren zwar erheblich kleinere Genome als zum Beispiel die einfachsten Bakterien, die wir kennen. Allerdings zählen sie nicht, wie wir noch sehen werden, zu den Lebewesen. Was ist Leben? Obwohl die Frage so einfach klingt, haben schon viele Wissenschaftler und Philosophen ihrer Beantwortung ihr Leben gewidmet. Es mag dabei selbstverständlich klingen, dass sich zwar die Biowissenschaftler ausgiebig der *Natur* des Lebens widmen, dass es jedoch überwiegend anderen Disziplinen überlassen ist, das Wesen des Lebens zu formulieren. Hier spielt vor allem die Physik eine große Rolle, die mit den Gedanken von ERWIN SCHRÖDINGER den Entropie- und den damit zusammenhängenden Informationsbegriff in die Biologie einführte [2]. Die grundlegende Frage, was eigentlich Leben ist, sollte keineswegs als rein akademisches Problem abgetan werden. Sie ist für die Formulierung des Gentechnikgesetzes ebenso relevant wie für die Suche nach Lebensspuren im Universum. Wie könnten Wissenschaftler auf dem Mars nach Leben suchen, wenn sie nicht klare Definitionen haben, aus denen sie Suchmuster ableiten können. Und auch für die Suche nach dem kleinsten möglichen Genom ist der Lebensbegriff maßgebend. Kompliziert wird die Definitionssuche dadurch, dass es etwa so viele Kurzbeschreibungen des Lebens gibt wie Autoren, die sich daran versucht haben. Jede Betrachtung wird durch das Fachgebiet und den persönlichen Hintergrund des Autors gefärbt und getrübt. Ein Blick in die Brockhaus

Abbildung 1: Größe der publizierten Genomsequenzen. Mit jedem Jahr werden mehr Genome, aber auch größere Genome sequenziert. Daten aus [32].



Aufbau von Genomen

Prokaryontische Genome (von Bakterien und Archaeobakterien) bestehen aus einem zirkularen Chromosom das nicht in einem Zellkern kompartimentiert ist. Zusätzlich zu dem Chromosom liegen oft noch Plasmide vor. Dies sind kleine zirkulare DNA-Moleküle, die leicht zwischen Bakterien ausgetauscht werden können und zusätzliche Gene tragen. Bakterielle Chromosomen und Plasmide sind in der Regel sehr dicht mit Genen belegt, die sich teilweise auch überlappen. Repetitive Sequenzen und Gen-unterbrechende Introns sind äußerst selten.

Eukaryontische Genome sind in der Regel auf mehrere lineare Chromosomen aufgeteilt und äußerst komplex aufgebaut. Die eukaryontischen Chromosomen befinden sich im Zellkern und werden von einer großen Anzahl unterschiedlicher Proteine in einer kompakten Struktur gehalten. Die meisten Gene sind von Introns unterbrochen (Abbildung 6). In „Geninseln“ liegen viele Gene dicht zusammen, während große Sequenzbereiche eher wie eine „Wüste“ wirken. Das menschliche Genom besteht zu rund 70 Prozent aus DNA zwischen diesen Geninseln (intergenic sequences), wovon etwa die Hälfte repetitive Sequenzen sind. Etwa 30 Prozent des Genoms sind Introns, 0,5 Prozent tRNA und rRNA kodierenden Gene sowie lediglich ein bis zwei Prozent Protein-kodierenden Gene.

Enzyklopädie lehrt uns: „Naturwissenschaftlich ist Leben ein für Lebewesen (Organismen) eigentümliches Geschehen, das sich von der unbelebten Natur nicht ausreichend durch einzelne Merkmale, sondern nur als ein komplexes System (Ganzheit) von Eigenschaften unterscheiden lässt.“ [3]. Der französische Molekularbiologe und Nobelpreisträger JACQUES MONOD hat dieses „eigentümliche Geschehen“ in den drei Eigenschaften Teleonomie (Lebewesen sind Objekte, die mit einem Plan ausgestattet sind), autonome Morphogenese (Freiheit gegenüber äußeren Kräften und Bedingungen) und Invarianz (unveränderte Reproduktion und Übertragung ihrer eigenen Information) zusammengefasst [4]. Eine praktikablere, anschaulichere und heute gebräuchliche Definition des Lebendigen gibt uns der Nobelpreisträger CHRISTIAN DE DUVE [5]. Seiner Ansicht nach sind es sieben Eigenschaften, die das lebende System ausmachen:

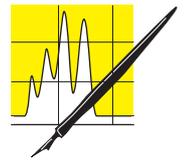
1. *Synthese* seiner Bestandteile aus Material der Umgebung
2. Aufnahme und Verwandlung von *Energie*
3. *Katalyse* chemischer Reaktionen
4. Steuerung der Lebensprozesse, um eine getreue *Reproduktion* zu sichern
5. *Isolation*, um mit der Umwelt einen kontrollierten Stoffaustausch zu ermöglichen
6. *Regulation* der Lebensprozesse, um Änderungen der Umweltbedingungen begegnen zu können
7. *Vermehrung*

Diese sieben Eigenschaften sind notwendig und hinreichend für die Existenz des Lebens an sich und für sein Fortbestehen. Sie sind allen Lebewesen gemeinsam. Die Minimalbedingungen des Lebens sind demnach eine halb durchlässige (semipermeable) Membran, ein stoffwechselaktives Plasma und ein zur identischen Selbstvermehrung befähigter Genapparat. Diese Fähigkeiten sind erst mit einer Zelle zu bewerkstelligen. Das Phänomen des Lebens ist somit auf das Engste an die Existenz einer wie auch immer gearteten Zelle gebunden. Aufgrund dieser Eigenschaften sind Viren eindeutig von der Welt des Lebendigen ausgeschlossen. Sie sind als Einheit nicht lebensfähig – ja, sie stehen nicht einmal in einem Energie- oder Stoffaustausch mit der Umwelt. Sie sind eine Art „Trittbrettfahrer des Lebendigen“, die vollständig auf ihren Wirt angewiesen sind und ohne ihn nicht existieren könnten und würden.

Für die Entstehung des Lebens gab es zwei grundlegende Voraussetzungen: die *chemische Evolution*, welche die Baustoffe des Lebens zur Verfügung stellte und die *Selbstorganisation*, in Folge welcher reproduktive Einheiten entstanden. Der Selbstorganisation muss – in welcher Form auch immer – eine Information zugrunde liegen.

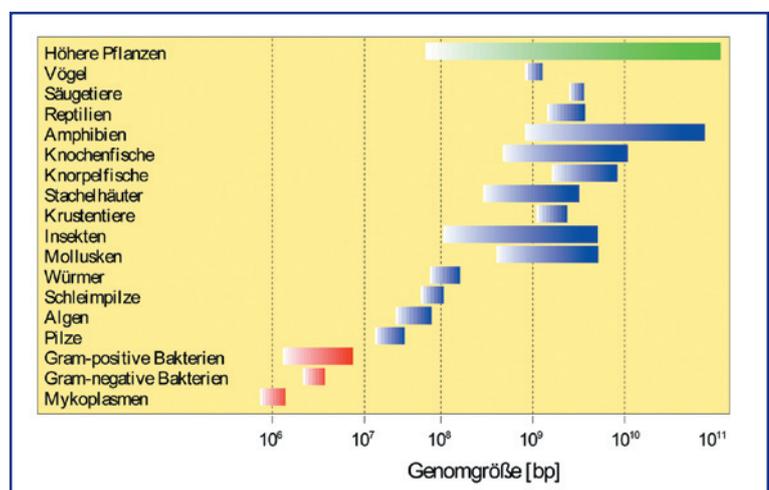
Informationsgehalt von DNA

Dass sich die Frage nach dem Leben nicht in einer einfachen Definition beantworten lässt, liegt nicht zuletzt in der Fülle seiner Erscheinungsformen. Ebenso komplex wie das Leben sind auch die Lebensformen. Die Komplexität eines Lebewesens wollen wir hier gleichsetzen mit dem Informationsgehalt, den es trägt. Zumindest auf der Ebene des Erbgutes gibt es heute verschiedene Ansätze, die Themen der Komplexität und des Informationsgehaltes von Lebewesen anzusprechen. Im Folgenden werden die wichtigsten Theorien und Verfahren vorgestellt, welche alle die Genomsequenz, also die lineare Abfolge der Nukleotide Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C) in dem Polymer DNA zur Grundlage haben.



AUFsätze

Abbildung 2: Genomgröße unterschiedlicher Organismengruppen. Daten aus [33].



C-Wert Paradox

Einen neuen Zugang zur Frage nach der Komplexität von Lebewesen lieferten die Ergebnisse der Molekularbiologie [1]. Mit relativ einfachen Methoden konnte schon in den 50er Jahren die Größe eines Genoms bestimmt werden. Die Größe des haploiden Genoms (Genom mit einem einfachen Chromosomensatz) wurde als C-Wert (*C-value*) bezeichnet [6]. Der Begriff hat heute an Bedeutung verloren und wird durch den Begriff Genomgröße (*genome size*) ersetzt. Der C-Wert wird entweder in Mega-Basenpaaren (Mb) oder in Picogramm DNA (pg) angegeben. Die erste umfassende Untersuchung zum C-Wert einer Reihe von Organismen wurde 1951 veröffentlicht [7]. Abbildung 2 gibt eine moderne Version der gefundenen Daten wieder. Es wird deutlich, dass einfache Prokaryonten wie die Mykoplasmen viel kleinere Genome haben als strukturell komplexere Prokaryonten, einfache Eukaryonten, und so weiter. Die größten Genome sind bei den Amphibien und Höheren Pflanzen zu finden. Der eukaryontische Protist *Amoeba dubia* macht eine Ausnahme und hat mit 670 Megabasenpaaren das größte bisher beobachtete Genom [8]. Insgesamt aber besteht eine positive Korrelation zwischen der strukturellen Komplexität eines Organismus und seiner Genomgröße. Allerdings ist diese Korrelation nur auf die einfacheren Organisationsebenen beschränkt. Bei den hochorganisierten eukaryontischen Vielzellern ist diese Korrelation zwischen der Organisationsstufe und der Genomgröße nicht mehr klar zu beobachten. Man spricht dabei vom C-Wert Paradox (*C-value paradox*), welches erstmals Anfang der 70er Jahre beschrieben wurde [9].

Was ist die Ursache für dieses Paradox? Die große Frage in der damaligen Zeit war, ob große Genome eine größere Zahl unterschiedlicher Gene beherbergen als kleine Genome (also komplexer, informativer sind), oder ob einfach die gleichen Gene in einer höheren

Kopienzahl vorliegen (also redundanter sind). Während dieser Frage heute vergleichsweise einfach (aber kostenaufwendig) durch die Totalsequenzierung von Genomen nachgegangen werden kann, bestand diese Möglichkeit in den 70er Jahren nicht.

Cot-Analyse

Eine etablierte Methode zur Charakterisierung der Komplexität von Genomsequenzen ist die Reassoziationskinetik von denaturierter DNA [10]. Zur Analyse der Reassoziationskinetik wird die genomische DNA zunächst durch Scherkräfte in etwa 400 Basenpaare lange Abschnitte zerlegt. Die entstandenen DNA-Doppelhelix-Fragmente, bestehend aus den beiden komplementären Einzelsträngen die über Wasserstoffbrückenbindungen miteinander verbunden sind, werden anschließend in wässriger Lösung durch Hitze einwirkung denaturiert (siehe auch: [11][12]). Zur Denaturierung, bei der die beiden Einzelstränge der Doppelhelix voneinander getrennt werden, muss eben so viel Energie zugeführt werden, dass alle Wasserstoffbrückenbindungen aufgehoben werden. Während eines nachfolgenden Abkühlprozesses renaturiert die DNA wieder. Der Renaturierungsprozess ist von der zufälligen Kollision der komplementären Einzelstränge abhängig und folgt daher einer Kinetik der 2. Ordnung:

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -k[A][B] \quad (1.1)$$

Dabei sind $[A]$ und $[B]$ die Konzentrationen komplementärer einzelsträngiger Sequenzen und k die Ratenkonstante der Reaktion. Da für doppelsträngige DNA $[A] = [B]$ gilt, ergibt das Integral von (1.1):

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \rightarrow \frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + k t \quad (1.2)$$

Dabei ist $[A]_0$ die Anfangskonzentration von A. Im Experiment wird dem Renaturierungsgemisch an definierten Zeitpunkten eine Probe entnommen und chromatographisch mittels einer Hydroxyapatitmatrix in Einzelstrang- (ssDNA, *single strand DNA*) und Doppelstrang-DNA (dsDNA, *double strand DNA*) getrennt. Die DNA-Quantifizierung erfolgt photospektrometrisch bei 260 Nanometern. Das Verhältnis f von dsDNA zu ssDNA beträgt:

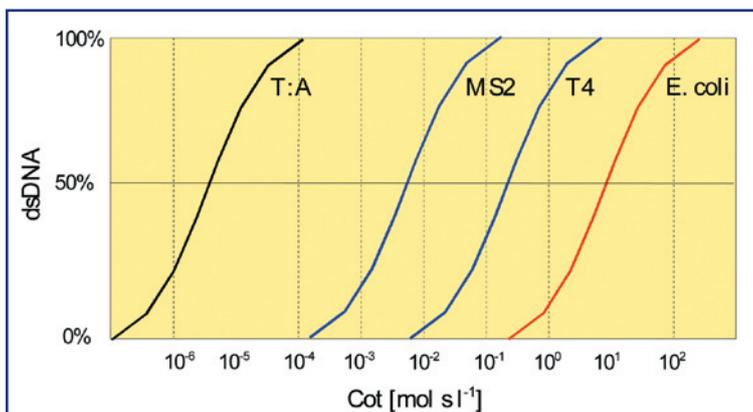
$$f = \frac{[A]}{[A]_0} \quad (1.3)$$

Nach Einsetzen von Gleichung (1.3) in (1.2) erhält man:

$$f = \frac{1}{1 + [A]_0 k t} \quad (1.4)$$

Die DNA-Konzentrationen beziehen sich immer auf einzigartige, nicht-repetitive Sequenzen, da die Kollision von nicht-komplementären Sequenzen nicht zur Renaturierung führt. Daher gilt, wenn C_0 die Anfangskonzentration an Basenpaaren in der Lösung ist:

Abbildung 3: Reassoziationskurven (Cot-Kurven) von genomischer DNA aus unterschiedlichen Quellen. T:A bezeichnet ein künstliches Genom, das nur aus dem einem Basenpaar Thymin:Adenin besteht (schwarzer Graph). MS2 und T4 bezeichnen die Cot-Kurven der Genome von Bakteriophagen (blaue Graphen). E. coli bezeichnet die Cot-Kurve des Bakteriums Escherichia coli (roter Graph). Daten aus [10].



$$[A]_0 = \frac{C_0}{x} \quad (1.5)$$

Dabei beschreibt x die Anzahl einzigartiger Sequenzen (in Basenpaaren) und gilt als Maß für die Komplexität von DNA. Zum Beispiel hat die repetitive Sequenz $(ACGT)_n$ eine Komplexität von 4, wohingegen das Genom von *Escherichia coli* mit 4,7 Millionen nicht-repetitiven Sequenzen eine Komplexität von 4,7 Millionen aufweist. Die Kombination von Gleichungen (1.4) und (1.5) ergibt:

$$f = \frac{1}{1 + C_0 t k x^{-1}} \quad (1.6)$$

Wenn die Hälfte aller Moleküle in der Lösung renaturiert ist ($f=0,5$), dann gilt:

$$C_0 t_{1/2} = \frac{x}{k} \quad (1.7)$$

wobei $t_{1/2}$ die benötigte Zeit beschreibt. Die Ratenkonstante k ist charakteristisch für die Frequenz der ssDNA-Kollisionen unter den gegebenen Reaktionsbedingungen. k ist unabhängig von der Komplexität der DNA und, für kurze DNA-Fragmente, von der Länge der DNA (daher wird die genomische DNA vor dem Experiment in etwa 400 Basenpaare lange Fragmente geteilt). Aufgrund dessen ist $C_0 t_{1/2}$, unter gegebenen Versuchsbedingungen nur von der Komplexität x der DNA abhängig. Es reicht demnach aus, die Anfangskonzentration der ssDNA C_0 und die Zeit $t_{1/2}$ zu kennen, die die DNA benötigt, um zur Hälfte renaturiert zu sein, um deren Komplexität x zu bestimmen.

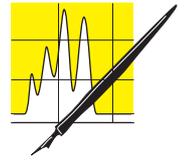
Aufgrund experimentell ermittelter Daten wird das Verhältnis von ssDNA zu dsDNA gegen die Renaturierungszeit aufgetragen (Abbildung 3). Die Renaturierungsreaktion einer individuellen DNA-Spezies wird eindeutig durch die half-completion time, das heißt durch die Zeit, in der die Hälfte aller ssDNA-Moleküle renaturiert ist, beschrieben. Wie aus der Gleichung 1.7 hervorgeht ist dieser Wert, der das Produkt aus der DNA-Ausgangskonzentration C_0 und $t_{1/2}$ und daher $C_0 t_{1/2}$ genannt wird, proportional zur Komplexität der eingesetzten DNA. Normalerweise wird bei einer Komplexitätsbestimmung eine genomische DNA-Probe von *Escherichia coli* parallel untersucht, um die versuchsabhängige Variable k zu eliminieren (siehe Gleichung (1.7)). Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Komplexität des *Escherichia coli* Genoms 4,2 Millionen Basenpaare beträgt:

Komplexität von Genom X =

$$\frac{(C_0 t_{1/2} \text{ von Genom X}) \times (4,2 \times 10^6 \text{ bp})}{C_0 t_{1/2} \text{ von } E. coli} \quad (1.8)$$

Es kann durchaus vorkommen, dass genomische DNA aus Sequenzen unterschiedlicher Komplexität besteht. In diesem Fall kann eine $C_0 t$ -Kurve entstehen, wie sie in Abbildung 4 zu sehen ist. Im dargestellten Fall besteht das Genom aus drei unterschiedlich komplexen

Komponenten: einzigartige, durchschnittlich-repetitive und hoch-repetitive Sequenzen. Hoch-repetitive Sequenzen kommen im Genom definitionsgemäß in einer hohen Kopienzahl vor und finden deshalb im Renaturierungsexperiment schnell einen Partner. Sie reassoziieren schnell, haben daher einen geringen $C_0 t_{1/2}$ Wert und zeichnen sich folglich durch eine sehr geringe Komplexität aus. Umgekehrt liegt die Situation bei einzigartigen Sequenzen, die genau einmal im Genom auftreten und die entsprechend länger benötigen, um im Reaktionsgemisch ihren Partner zu finden. Dies schlägt sich in einem hohen $C_0 t_{1/2}$ Wert und einer hohen Komplexität nieder (Abbildung 4). Unterschiedliche Komplexitätskomponenten sind typisch für eukaryontische Genome. Der Anteil nicht-repetitiver DNA schwankt in eukaryontischen Genomen erheblich (Tabelle 1).

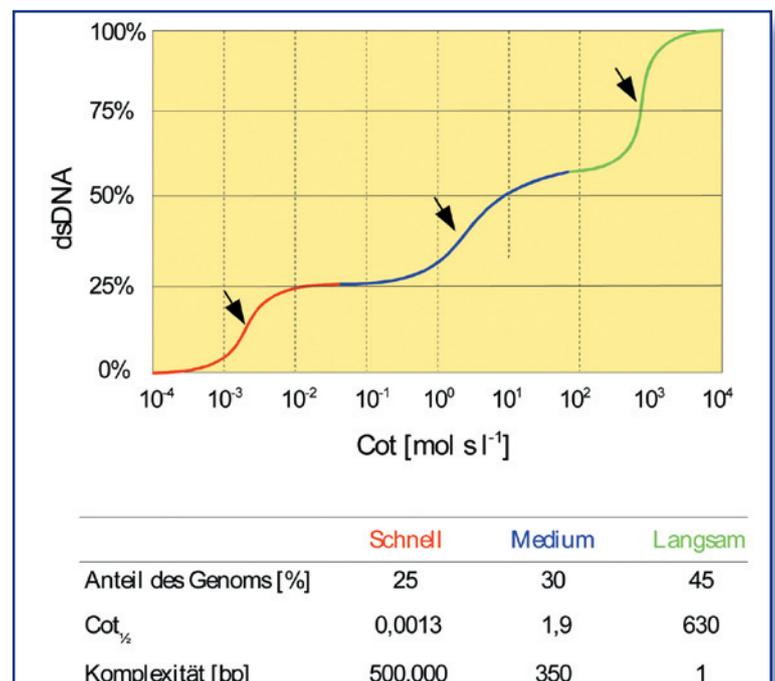


AUFSÄTZE

Tabelle 1: Anteil hoch-repetitiver, durchschnittlich-repetitiver und nicht-repetitiver DNA-Anteile am Genom unterschiedlicher Organismen. Daten aus [34].

Organismus	Sequenzverteilung [%]		
	Hoch Repetitiv	Mittel Repetitiv	Einzelkopien
Bakterien			99,7
Mensch	8	13	70
Maus	10	25	60
Arabidopsis	10	27	55
Baumwolle	8	27	61
Mais	20	40	30
Weizen	4	83	10
Tomate	13	14	73

Abbildung 4: Exemplarische Reassoziationskurve (Cot-Kurve) eukaryontischer DNA. Die Pfeile markieren die $Cot_{1/2}$ -Werte für die jeweiligen Teilabschnitte: rot: hoch-repetitiv, blau: durchschnittlich-repetitiv, grün: nicht-repetitiv. Die Komplexität der Teilabschnitte berechnet sich nach der Gleichung 1.8 im Text.



Es ist an dieser Stelle erwähnenswert, dass die Cot-Analyse in Form des Cot-based cloning and sequencing (CBCS) ein Revival feiert [13]. Wissenschaftler nutzen die Methode, um im Vorfeld einer Genomsequenzierung informationsarme repetitive Elemente durch Hybridisierung zu entfernen und die Sequenzierung zunächst auf die verbleibende Sequenzinformation zu beschränken. Bedenkt man, dass das Genom vieler Organismen zum überwiegenden Teil aus repetitiven Elementen besteht (zum Beispiel 98 Prozent bei der Zwiebel), dann wird ersichtlich, dass viel Zeit und Geld gespart werden kann.

Mit Hilfe der Cot-Analyse konnte das oben angesprochene C-Wert Paradox weitgehend aufgeklärt werden: Vor allem bei Eukaryonten mit einem großen Genom korreliert die Genomgröße nicht mit dem Organisationsgrad beziehungsweise der Komplexität des Organismus, da ein Großteil des Genoms aus repetitiven Sequenzen besteht. Die genomische Information ist also redundant. Das C-Wert Paradox hat sich allerdings in ein bis heute nur teilweise geklärtes C-Wert Rätsel (*C-value enigma*) gewandelt [14][15]. Nach wie vor ist weitgehend unklar, warum einige Organismen sich ein großes Genom mit überwiegend repetitiven Sequenzen leisten. Immerhin kostet der Erhalt eines großen Genoms dem Organismus viel Energie (Strukturproteine, Regulation, Nukleotide).

G-Wert Paradox

Nach der Lösung des C-Wert Paradox trat ein neues Paradox zutage: das G-Wert Paradox (*G-value paradox*) [16]. Der G-Wert (*g-value*) bezeichnet die Anzahl aller Gene in einem haploiden Genom. In der Regel besteht dieser Wert aus der Summe der Anzahl der identifizierten bekannten Gene und der Anzahl der vorhergesagten offenen Leserahmen (ORFs, *open rea-*

ding frames = Startcodon bis Stopcodon). Wiederum korreliert der G-Wert nicht mit dem Organisationsgrad der Organismen (Abbildung 5) [16].

Wie sind diese Diskrepanzen zu erklären? Je mehr Organismen auf der Ebene ihrer Genome und ihres Metabolismus (Stoffwechsel) untersucht werden, desto mehr Regulationsmechanismen werden aufgedeckt. Im Folgenden sollen nur einige Beispiele gegeben werden, die für das G-Wert Paradox mitverantwortlich gemacht werden:

- **Kombinatorik** Je größer die Anzahl der Gene in einem Organismus ist, desto mehr Kombinationen von exprimierten Genen können gemeinsam komplexe Funktionen erfüllen. Geht man von 18 000 Protein kodierenden Genen aus (dies entspricht etwa der Situation beim Wurm *Caenorhabditis elegans*), so gibt es rund 162 Millionen paarweise Kombinationen. Einer kleiner Anstieg des G-Wertes führt bereits zu einer erheblich größeren Komplexität der resultierenden Proteinnetzwerke.
- **„Schweizer Messer Proteine“** Einige Proteine können mehr als nur eine Funktion erfüllen. Dies führt dazu, dass trotz größerer biologischer Komplexität weniger Gene als erwartet ausreichen. Dies würde erklären, weshalb beispielsweise der G-Wert des menschlichen Genoms erheblich kleiner als erwartet ausfällt.
- **Alternatives Splicing** In Eukaryonten ist ein Protein-kodierendes Gen oft in Exons und Introns unterteilt. Nach der Transkription werden auf der mRNA-Ebene die Introns herausgetrennt und die Exons zusammengefügt (Abbildung 6). Dieser Prozess wird als Splicing oder mRNA-Reifung bezeichnet. Werden Exons unterschiedlich wieder zusammengefügt, so spricht man vom alternativen Splicen (Abbildung 6). Auf diese Weise kann ein

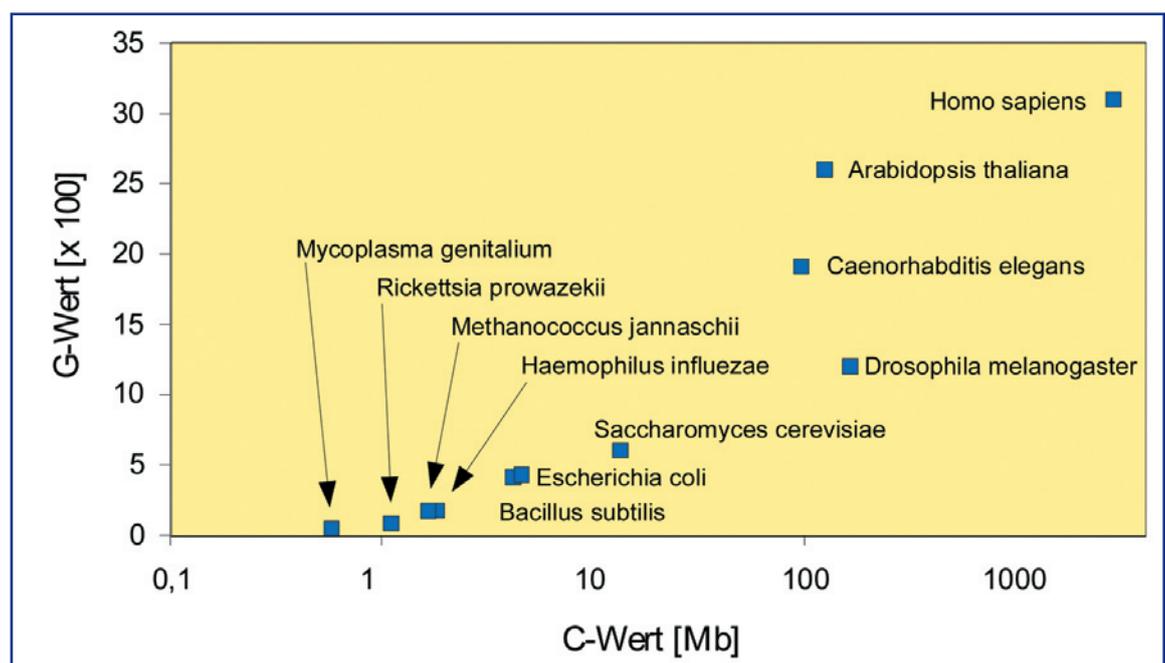


Abbildung 5:
G-Wert Paradox.
Der C-Wert,
die Größe
des Genoms,
korreliert nicht
mit dem G-Wert,
der Anzahl aller
Gene im Genom.
Daten aus [33].

Gen für mehrere Proteine kodieren. Abschätzungen zufolge unterliegen 59 Prozent der Gene des menschlichen Genoms dem alternativen Splicing.

- **Posttranslationale Modifikation** Nach der Proteinbiosynthese werden die entstanden Proteine oftmals modifiziert. Beispielsweise kann von dem Protein ein Peptid abgetrennt oder ein Kohlenhydrat angehängt werden. Diese posttranslationalen Modifikationen führen wiederum dazu, dass ein Gen letztlich für mehr als eine Proteinsorte kodieren kann.
- **Promotoren** Eine Vielzahl von Genen scheint mehrere Regionen zu besitzen (Promotoren), die deren Expression steuern. Das heißt, ein Gen kann mehreren unterschiedlichen Regulationsmustern unterliegen.
- **Unterschätzung** Es ist nicht ausgeschlossen, eher sogar sehr wahrscheinlich, dass die Komplexität des Genoms über die Komplexität seiner Sequenz hinausgeht. Niemand würde heute abstreiten, dass die eigentliche Komplexität der Proteine in ihrer dreidimensionalen Struktur begründet liegt. In der Genomforschung sind diese oder ähnliche Formen der Komplexität, die über die reine Sequenzinformation hinausgehen, bisher kaum untersucht worden.

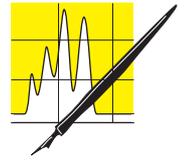
Eine ganz neue Form der Komplexität von Genomen, nämlich auf der Basis der RNA, schlägt der australische Biologe JOHN MATTICK von der „University of Queensland“ vor [17].

RNA: Motor der Komplexität

Das zentrale Dogma der Biologie aus den 50iger Jahren besagt, dass der Informationsfluss von der DNA über die RNA zum Protein stattfindet (siehe auch: [1]). Seitdem haben zahlreiche Versuche gezeigt, dass die RNA mehr Aufgaben erfüllt als den simplen Transfer von Information. Dazu zählen zahlreiche strukturelle und regulative Funktionen. Die RNA für diese Aufgaben wird von eigenen Genen auf der DNA kodiert. In der Zelle befindet sich jedoch auch eine große Menge RNA, der bislang jegliche Funktion abgesprochen wurde: die transkribierten Introns (Abbildung 6). Dies trifft vor allem für Eukaryonten zu. Die meisten Gene der höheren Organismen sind mosaikartig aufgebaut. Die als Exons bezeichneten Abschnitte kodieren ein Protein, die Introns tragen hingegen nicht zum Aufbau der betreffenden Proteine bei. Oft sind die Introns viel umfangreicher als die Exons, so dass letztere wie kleine Informationsstücke in ein Meer von Introns eingebettet erscheinen. Aus der mRNA werden die Introns mit speziellen Enzymen herausgetrennt. Nur intronfreie mRNA verlässt den Zellkern.

In der folgenden Ausgabe wird die Rolle der Informationstheorie in der Biologie näher beleuchtet. Wie kann der Informationsgehalt einer DNA-Sequenz beschrieben werden? Wie erhält man eine Idee von der kleinsten notwendigen Genomgröße? Und wenn

sie bekannt ist, welche wissenschaftliche Erkenntnis können Forscher daraus gewinnen?

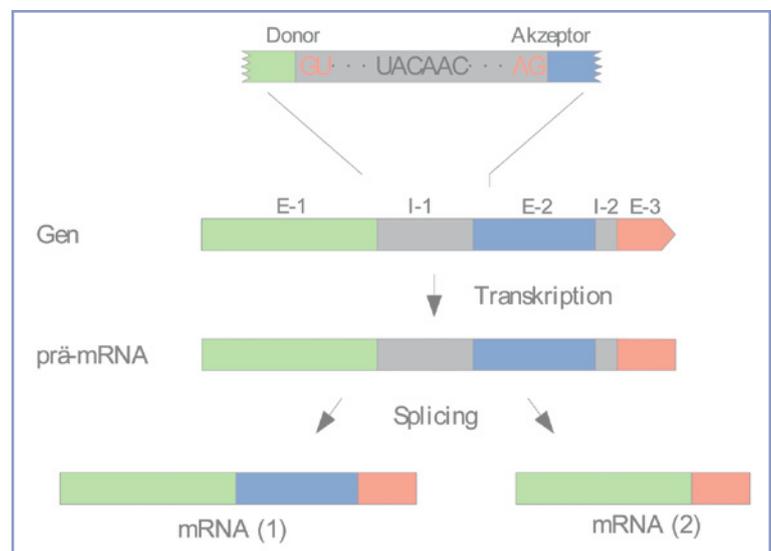


AUFSÄTZE

Literatur

- [1] Wünschiers R, Wünschiers C & Borzner S (2000) CLB 51: 138-143
- [2] Schrödinger, E. (1944) What is life? Cambridge University Press
- [3] Brockhaus Enzyklopädie (1970) F. A. Brockhaus
- [4] Jacque Monod (1971) Zufall und Notwendigkeit. R. Piper & Co. Verlag
- [5] Christian de Duve (1991) Blueprint for a Cell: The Nature and Origin of Life. Neil Patterson Publishers
- [6] Swift H (1950) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 36: 643-654
- [7] Mirsky AE & Ris H (1951) J. Gen. Physiol. 34: 451-462
- [8] Wen-Hsiung Li (1997) Molecular Evolution. Sinauer Associates, Inc.
- [9] Thomas CA (1971) Annu. Rev. Genet. 5: 237-256
- [10] Britten RJ & Kohne DE (1968) Science 161: 529-40
- [11] Zinn T, Wünschiers R & Borzner S (2000) CLB 51: 328-333
- [12] Wünschiers R, Zinn T & Borzner S (2001) CLB 52: 260-266
- [13] Peterson DG et al. (2002) Genome Research 12: 795-807
- [14] Gregory TR (2000) Genome 43: 895-901
- [15] Gregory TR (2001) Biol. Rev. 76: 65-101
- [16] Hahn MW & Wray GA (2002) Evol. Develop. 4: 73-75
- [17] Mattick JS (2001) EMBO Rep. 2: 986-991
- [33] Benjamin Lewin (2000) Genes VII. Oxford University Press

Abbildung 6: In einem typischen eukaryontischen Gen ist die Protein-kodierende Sequenz (Exon, E-1-3) von mehreren Introns (I-1-2) unterbrochen. Nach der Transkription entsteht eine vorläufige mRNA (prä-mRNA), aus der die Introns während des Splicing-Prozesses heraus getrennt werden. Normalerweise werden nur Introns heraus getrennt (mRNA-1), jedoch können beim alternativen Splicing auch Exons entfernt werden (mRNA-2), was zur Bildung unterschiedlicher Proteine führen kann. Entscheidend für das Splicing sind Erkennungssequenzen im Intron. Die meisten Introns sind durch die Nukleotide GU und AG an den Intron-Grenzen gekennzeichnet. Innerhalb der Introns existieren ebenfalls Erkennungssequenzen, die am Splicing beteiligt sind. Die Intron-Exon-Grenzen werden als Donor und Akzeptor bezeichnet.



Metal-Flüssigkeits-Grenzschichten

Barbara Brauckmann, Zürich

Bestimmte Reaktionen beschleunigende oder begünstigende Katalysatoren spielen nicht nur in der Umwelttechnologie, sondern auch in der pharmazeutischen und chemischen Produktion eine große Rolle. Da die Effizienz der Katalyse von den strukturellen und chemischen Eigenschaften der Katalysatoren abhängt, stellt die Entwicklung neuer katalytischer Materialien eine große Herausforderung dar. Um die Arbeitsweise zum Beispiel von heterogenen Katalysatoren besser zu verstehen, müssen zunächst geeignete Methoden zur in situ-Analyse der katalytischen Grenzschicht entwickelt werden. Dabei kommt im Laboratorium für Technische Chemie der ETH Zürich zunehmend die ATR-IR (attenuated total reflection-infrared/ Abgeschwächte Totalreflexions-Infrarot)-Spektroskopie zum Einsatz. Diese wird vor allem in der Grundlagenforschung eingesetzt, inzwischen vermehrt aber auch zum in situ-Prozessmonitoring, um festzustellen, wie weit die Reaktion fortgeschritten ist. Als ein Beispiel für eine Studie zur Wechselwirkung zwischen Flüssigkeit und Festkörper dient die Cinchonidin-Adsorption an Platin bei der heterogenen enantioselektiven Hydrierung von Ketonen. In den Untersuchungen wiesen die zeit- und konzentrationsabhängigen ATR-Spektren auf mindestens drei unterschiedliche Signaltypen hin, entsprechend der drei verschiedenen Bindungsstrukturen des Cinchonidins, welche an der Platinoberfläche adsorbiert sind.

Zwischen einem Katalysator und den Reaktionspartnern bilden sich aktive Zwischenprodukte, die leichter zu den Endprodukten weiter reagieren, weil die Aktivierungsenergie der Reaktion herabgesetzt ist. Es werden homogene und heterogene Katalyse unterschieden. Im homogenen System liegen Katalysator und Reaktionspartner in lediglich einer Phase vor. Dadurch wird die Diffusion der Reaktanden zum Katalysator nur wenig eingeschränkt. Allerdings ist es aufwendiger, diesen später von den Produkten abzutrennen. Bei der heterogenen Katalyse kommen die flüssigen oder gasförmigen Reaktionspartner an der Oberfläche eines meist festen Katalysators zur Reak-

tion. Auf diese Weise bilden sich durch Adsorption der Reaktionspartner aktivierte Zwischenprodukte an der Katalysatoroberfläche. Als Katalysatoren dienende Metalle und Metalloxide mit Halbleitereigenschaften enthalten für die Bindung verfügbare Elektronen und können deshalb Redoxreaktionen wie Hydrierungen, Oxidationen oder Dehydrierungen vermitteln. Andere mit sauren oder basischen Eigenschaften katalysieren Reaktionen wie Alkylierung, Hydratisierung oder Veresterung, die nach einem Säure-Base-Mechanismus ablaufen. Bifunktionelle Katalysatoren wie Platin auf saurem Aluminiumoxid zeigen sowohl Redox- als auch Säure-Base-Eigenschaften.

Auch wenn homogene Katalysatoren durch Variation ihrer koordinierten Liganden Vorteile durch hohe Chemo-, Regio- und Stereoselektivität aufweisen, spielt im industriellen Bereich die heterogene Katalyse die grössere Rolle. Nur etwa zehn Prozent entfallen auf homogene Übergangsmetallkatalysierte Reaktionen. Speziell das Interesse an der asymmetrischen heterogenen Katalyse, in welcher ein Katalysator mit einem Enantiomer (Spiegelbildisomer) einer chiralen Komponente modifiziert wird, steigt ständig (siehe Kasten). Wenn nämlich synthetische, chirale Moleküle mit einer chiralen Umgebung wechselwirken, verhalten sich die zwei Enantiomere meist völlig unterschiedlich.

Beispiele gibt es genügend: Das bitter schmeckende S-Enantiomer von Asparagin und das als Süßmittel dienende R-Enantiomer; S-Carvon erzeugt einen Geschmack nach Minze, R-Carvon dagegen nach Kümmel; R-Limonen macht den Geruch der Orange aus und das S-Limonen den der Zitrone. Das R-Enantiomer von Thalidomid wirkt beruhigend, während das S-Enantiomer als Missbildungen verursachendes Teratogen in die Geschichte einging. Andere Enantiomere sind das hochtoxische R-Penicillamin und das antiarthritisch wirkende S-Penicillamin sowie das Propanolol, das je nach Enantiomer als Betablocker oder Kontrazeptivum eingesetzt werden kann. Damit wird verständlich, dass pharmazeutische Wirkstoffe, Duft- und Geschmacksstoffe als optisch reine Produkte vorliegen müssen.

Experimentell schwierig: die in situ-Untersuchung von Grenzschichten

Ausser der chemischen Zusammensetzung eines festen Katalysators ist vor allem die Grösse seiner Oberfläche und Porenstruktur für seine Aktivität, Selektivität und Lebensdauer von Bedeutung. Bei Platin (Pt)-Katalysatoren können Katalysatorgifte wie Schwefelwasserstoff oder Kohlenmonoxid eine Verringerung der Aktivität im Laufe der Zeit bewirken. Um die thermische und mechanische Beständigkeit zu erhöhen und eine

Die Autorin

Dr. Barbara Brauckmann ist Diplombiologin. Sie promovierte über „Low grade ore leaching by microorganisms“, bearbeitete dann umweltmikrobiologische Forschungsthemen im Zentraltechnikum der Preussag AG. Journalistisch arbeitete sie als Redaktorin bei der „Chemischen Rundschau“. Es folgten Aufbau und Betrieb der Science Communications bei Hoffmann-La Roche, nun der von Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation für das Departement Chemie der ETH Zürich.



Einige Erläuterungen zur Stereochemie



AUFSÄTZE

Stereochemie ist die Lehre vom räumlichen (sterischen) Aufbau der Moleküle und befasst sich mit den Atomabständen und Bindungswinkeln in Molekülen. Die räumliche Anordnung wird durch Stereoformeln wiedergegeben. Zwei Verbindungen sind Strukturisomere, wenn sie zwar die gleiche Summenformel und Konstitution aufweisen, aber eine unterschiedliche Konfiguration (räumliche Anordnung) besitzen. Spiegelbildisomere (Enantiomere) liegen vor, wenn sich zwei Moleküle wie Bild und Spiegelbild zueinander verhalten. Sind an ein Kohlenstoffatom vier verschiedene Substituenten gebunden, gibt es zwei Isomere, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten, aber nicht zur Deckung gebracht werden können. Sie verhalten sich wie die rechte und die linke Hand zueinander, man spricht von Chiralität. Für ein Molekül mit mehreren asymmetrischen C-Atomen existieren auch mehrere Konfigurationsisomere.

Die sich wie Bild und Spiegelbild verhaltenden Isomere werden als Enantiomere bezeichnet, die übrigen Isomere des Moleküls als Diastereomere. Sie können in keiner Art zur Deckung gebracht werden.

Mischungen, die zu gleichen Teilen aus den beiden Enantiomeren bestehen, nennt man Racemate. Enantiomere zeigen optische Aktivitäten. Derartige Verbindungen drehen die Schwingungsebene des linear polarisierten Lichtes. Eine Verbindung ist rechtsdrehend (+), wenn die Polarisationssebene im Uhrzeigersinn und linksdrehend (-), wenn sie entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird. Die als Racemate bezeichneten Gemische gleicher Mengen der (+)- und (-)- Formen sind optisch inaktiv. Die Konfiguration am asymmetrischen C-Atom bezeichnet man mit D-(lat. dexter, rechts), wenn sie der des rechtsdrehenden und mit L-(lat. laevus, links), falls sie der des linksdrehenden Glycerinaldehyds entspricht.

grössere aktive Oberfläche zu erreichen, wird daher die aktive Komponente häufig auf einem porösen Trägermaterial wie zum Beispiel Aktivkohle oder Aluminiumoxid aufgebracht.

Eine Voraussetzung zur gezielten Verbesserung der Eigenschaften eines heterogenen Katalysators ist das Verständnis seiner Arbeitsweise. Auskunft dazu gibt die Beschaffenheit der katalytischen Grenzschicht. Daher wurden in den letzten Jahren verstärkt Untersuchungen an Oberflächen als Grenzfläche zwischen katalytischen Festkörpern und Reaktions-Gasen beziehungsweise -Flüssigkeiten durchgeführt. Im Laboratorium für Technische Chemie der ETH Zürich wird seit einiger Zeit an der Entwicklung und Verbesserung von in situ-Methoden gearbeitet, um Metall-Katalysatoren in ihrem Arbeitszustand bei einer Reaktion an der fest-flüssig-Grenzschicht direkt physikalisch-chemisch charakterisieren zu können.

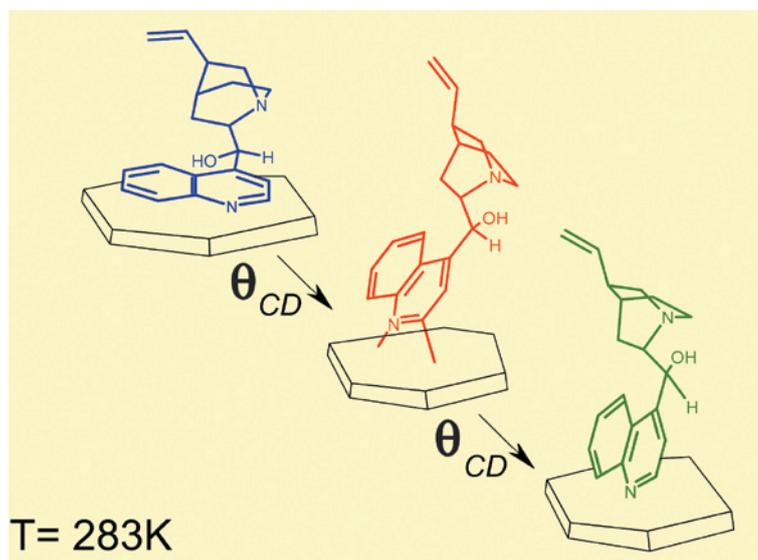
Moleküle lassen sich per IR-Strahlung zu Schwingungen anregen. Schwingungen betreffen streng genommen immer ein Molekül als Ganzes. In guter Näherung lassen sich jedoch viele Schwingungen eines Moleküls isoliert betrachten. Da hier neben der Schwingungsanregung gleichzeitig die niederenergetischeren Rotationen angeregt werden, entsteht ein Spektrum, das aus mehreren Banden besteht, ein Schwingungs-Rotations-Spektrum. Die Energieaufnahme ist nur genau dann möglich, wenn die Frequenz der anregenden Strahlung mit der Übergangsfrequenz der Rotation beziehungsweise Schwingung übereinstimmt. Das Vibrationsspektrum eines auf einer Metalloberfläche adsorbierten Moleküls enthält detaillierte Informationen über die Bindung zwischen Molekül und Oberfläche, die lokale Orientierung des Moleküls und die intermolekularen Wechselwirkungen innerhalb der adsorbierten Schicht.

Die Aussagekraft der Schwingungsspektroskopie als analytisches Hilfsmittel beruht zu einem großen

Teil auf der gegenseitigen Unabhängigkeit der einzelnen Schwingungen der verschiedenen Atomgruppen innerhalb eines Moleküls. Die nähere chemische Umgebung einer solchen Gruppe beeinflusst deren Absorptionsfrequenz meist so wenig, dass für viele funktionelle Gruppen ein relativ schmaler Frequenzbereich angegeben werden kann, in welchem eine Absorptionsbande zu erwarten ist. So lassen sich unbekannte Substanzen anhand von Vergleichsspektren identifizieren.

Wegen ihrer hohen Empfindlichkeit erscheint die ATR-IR Spektroskopie (Attenuated Total Reflection Spectroscopy mit Infrarot-Licht) als ideales Werkzeug zur selektiven Analyse. Die theoretischen Grundlagen und die ersten brauchbaren Messanordnungen wurden von Harrick und unabhängig von ihm von

Abbildung 1: Die Analyse der Spektren aufgrund quantenchemischer Berechnungen ergeben ein detailliertes Bild der Struktur der chiralen Grenzfläche als Funktion des Bedeckungsgrades.



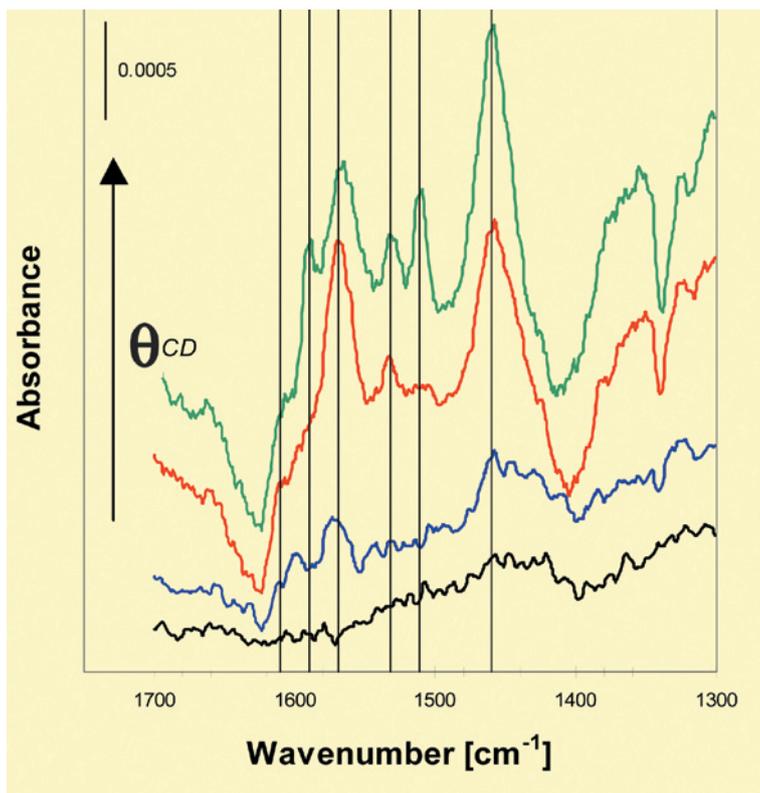


Abbildung 2:
Die Vibrations-
spektren der
chiralen fest-
flüssig Grenzflä-
che zeigen, dass
sich die Bindung
des Alkaloids zur
Oberfläche als
Funktion des Be-
deckungsgrades
verändert.

Fahrenfort zu Beginn der sechziger Jahre entwickelt. Die ATR-IR-Spektroskopie gehört seit Jahren zu den in der Oberflächenanalytik etablierten Analysemethoden, hat aber in der heterogenen Katalyse bisher erst wenig Aufmerksamkeit erlangt.

Die Forschenden arbeiten mit einem Platinkatalysator, bei dem Platin auf einem Al_2O_3 -Träger aufgebracht wird. Da Platin sehr bindungsaktiv ist, sind der Luft ausgesetzte, frisch aufgetragene Metallfilme üblicherweise sofort von einer Kontaminationsschicht belegt und müssen mit O_2 - und H_2 - gesättigten Lösungsmitteln gereinigt werden. Je mehr Moleküle nämlich auf der Platinoberfläche haften, desto stärker wird das ATR-Signal bei einer Messung abgeschwächt.

Wie lagern sich chirale Moleküle (Modifikatoren) möglichst selektiv an das Platin an?

An der ETH wurde die enantioselektive Hydrierung von aktivierten Carbonyl-Komponenten wie Brenztraubensäure-Ethylester über Cinchonidin (CD) modifiziertem Platin intensiv untersucht. Dazu wurde das Alkaloid Cinchonidin auf Platin angelagert. Durch die Adsorption bildet sich eine chirale katalytisch aktive Oberfläche, welche eine heterogene asymmetrische Hydrierung von Ketonen ermöglicht. Auf diese Weise lässt sich zum Beispiel Ketopantolacton mit sehr hohem Enantiomerenüberschuss zum R-Pantolacton hydrieren. Dieses wird zur Herstellung der Pantothensäure verwendet, welche eine wichtige Komponente

des Vitamin-B-Komplexes ist und Vitaminpräparaten und Tierfutter zugegeben wird.

Die Art der Anlagerung verursacht unterschiedliche ATR-IR-Spektren, die zeigen, dass CD auf Pt in verschiedenen Arten adsorbiert wird. Es muss bei Anwesenheit von Zwischenprodukten und Lösungsmittelmolekülen mit diesen immer um Adsorptionsplätze konkurrieren. Die Intensitäten der Vibrationsbanden der adsorbierten Moleküle auf Metalloberflächen hängen stark von der Orientierung des Moleküls zur Metalloberfläche ab. Einige der CD-Moleküle sind irreversibel am Platin adsorbiert und zeigen eine starke Bande bei der Wellenlänge von 1530 pro Zentimeter. Die Spektren machen deutlich, dass sich Cinchonidin in niedriger Konzentration bevorzugt über eine π -Aromaten-Bindung nahezu flach an die Platinoberfläche anlagert. Bei der flachen, viel stabileren Anlagerung ist die Oberfläche des Platins fast abgesättigt. Zwei oder mehr Molekülringe sorgen für eine feste Verankerung auf dem Platin und können die Lösungsmittelmoleküle verdrängen. (Kleinere Moleküle wie Pyridin oder ein einzelner Benzolring bringen abhängig vom Lösungsmittel nur eine schwache Bindung zustande.) Bei einer Konzentrationserhöhung richten sich die Cinchonidin-Moleküle auf und sind nun fast senkrecht stehend nur noch über eine Stickstoffeinzelpaarbindung mit der Platinoberfläche verbunden. Zusammen mit einer Zwischenstufe kommen alle drei Formen nebeneinander vor.

Problematisch ist derzeit noch, dass die gewünschten Signale drei bis vier Größenordnungen kleiner sind als die Signale des Lösungsmittels und von diesen meist überlagert werden. Daher möchten die Wissenschaftler die gesuchten Signale verstärken und die unerwünschten eliminieren. Dies geschieht zum Beispiel mit Hilfe der Modulationsspektroskopie. Durch eine periodische Änderung von Konzentrationen oder Temperatur wird das System gestört. Mittels statistischer Analyse der dabei gemessenen Spektren lassen sich die ausgeprägten, konstanten Signale herausfiltern.

Literatur:

- [1] D. Ferri, T. Bürgi: "An in Situ Attenuated Total Reflection Infrared Study of a Chiral Catalytic Solid-Liquid Interface: Cinchonidine Adsorption on Pt"; J. Am. Chem. Soc. 123, 12074
- [2] A. Bäiker: "Heterogeneous Catalysis - An Interdisciplinary Approach"; Chimia 555, 796 (2001)

Chemieunterricht im Spannungsfeld

Claus Bolte, Universität Hamburg

Die curriculare Delphi-Studie Chemie könnte den heutigen Chemieunterricht verändern. Welche Chemiekennnisse erscheinen gesellschaftlich wichtig? Gibt es Meinungsunterschiede zwischen Jugendlichen und Erwachsenen hinsichtlich einer chemiebezogenen Bildung? Erwarten Schüler vom Chemielehrer eher Informationen zur Kinetik oder zur Nachhaltigkeit? Eine Diskussion über die Antworten auf solche und ähnliche Fragen scheint im „Jahr der Chemie“ besonders notwendig.

Ausgangspunkt für die Durchführung der curricularen Delphi-Studie Chemie [1] war die Vermutung, dass die vielbeschriebene unzureichende Bildungswirksamkeit des Chemieunterrichts [2], damit zusammenhängt, dass das Bildungsangebot, das im Fachunterricht Chemie eröffnet wird und das vor allem von den Bildungsvorstellungen der Erwachsenen geprägt ist, sich kaum mit den Bildungsinteressen der Jugendlichen deckt.

H. W. Heymann, Professor für Mathematik-Didaktik in Siegen, behauptet zwar, dass Lehrpläne und Rahmenrichtlinien eine Art gesellschaftlichen Minimalkonsens über das gemeinsam gewünschte darstellen [3, S. 46]. Betrachtet man aber die Zusammensetzungen der Kommissionen, die die Empfehlungen, Expertisen oder Rahmenrichtlinien für den naturwissenschaftlichen Unterricht der letzten Jahre erarbeitet haben [4], so kommen Zweifel auf, ob die Interessen der Jugendlichen, die sich im Fachunterricht bilden wollen oder – mit Blick auf die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I im Pflichtunterricht Chemie – ‚bilden‘ müssen ausreichend berücksichtigt werden. Vielmehr kann der Eindruck entstehen, dass nach wie vor „Bildung und Erziehung von Heranwachsenden als Veranstaltung der Erwachsenengeneration“ verstanden wird, wie M. A Meyer, Professor für Allgemeine Didaktik in Hamburg, meint [5, S. 70]; eine Veranstaltung, in der die Bildungsinteressen der Jugendlichen, um deren Bildung es im Unterricht maßgeblich geht beziehungsweise gehen sollte, weitgehend ausgeblendet scheinen.

Egal, ob man sich eher der Auffassung von Heymann oder Meyer anschließen mag, zutreffend ist letztendlich die Behauptung, die einer empirischen Prüfung standhält. Um diese Prüfung geht es unter anderem in der curricularen Delphi-Studie Chemie. Dabei ist zunächst die Frage zu beantworten:

- Welche Merkmale werden in Bezug auf eine wünschenswerte und pädagogisch sinnvolle chemiebezogene Bildung gesellschaftlich überhaupt für wichtig gehalten?

Anschließend gilt es aufzuklären:

- Welche Erwartungen knüpfen Vertreter der Erwachsenen und Heranwachsenden an eine wünschenswerte und pädagogisch sinnvolle chemiebezogene Bildung? Mit anderen Worten: Welche Schwerpunkte und Akzente setzen sie beziehungsweise welche Übereinstimmungen und Meinungsunterschiede sind zwischen Jugendlichen und Erwachsenen festzustellen?

Antworten auf diese (und weitere) Fragen können aus den Ergebnissen der curricularen Delphi-Befragung abgeleitet werden. In diesem Bericht beschränke ich mich auf die Darstellung einer kleinen Auswahl von Ergebnissen aus dem ersten Untersuchungsabschnitt.

Die curriculare Delphi-Studie Chemie

Im Rahmen der curricularen Delphi-Studie Chemie wurden Personen unterschiedlicher Interessengruppen nach curricular festgelegten Kriterien ausgewählt (siehe Bild 1) und zu ihren Vorstellungen bezüglich einer wünschenswerten chemiebezogenen Bildung befragt [6-7]. Die Ausgangsfrage der ersten Runde lautete:

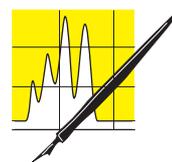
Welche chemiebezogene Grundbildung ist Ihres Erachtens für den Einzelnen in der Gesellschaft von heute und in naher Zukunft sinnvoll und pädagogisch wünschenswert?

Um stereotype Antworten, die ausschließlich die Nennung von Fachbegriffen oder Gebietsüberschriften beinhalten, zu vermeiden, wurde diese Frage mit einem Grundmuster für die von den Teilnehmern zu erarbeitenden Antworten verbunden [6-7]. Dieser Ergänzung zufolge sollte jede Aussage drei unterschiedliche formale Aussageelemente aufweisen; die konkretisierenden Fragen hierzu lauten:

- Welche Situationen und Motive können zum Anlass genommen und in welchen Kontext sollten chemiebezogene Themen gestellt werden, um naturwissenschaftliche/chemiebezogene Bildungsprozesse anzuregen und zu fördern?
- Mit welchen chemiebezogenen Inhalten, Methoden und Themen sollte sich ein (naturwissenschaftlich) gebildeter Mensch intensiv beschäftigt haben?

Der Autor

Dr. Claus Bolte studierte die Fächer Chemie und Sport, Pädagogik und Soziologie an der Universität Kiel für das Lehramt an Gymnasien. Er promovierte am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften Kiel, Abteilung: Didaktik der Chemie. Nachdem er sechs Jahre die Fächer Chemie- und Sport unterrichtete, ist gegenwärtig als Assistent an der Universität Hamburg tätig.



AUFsätze



- Welche *Qualifikationen* sollte das Individuum in Bezug auf die als bildungsrelevant erachteten Inhalte, Methoden und Themen erreichen?

Stichprobe

An der Befragung haben sich 114 Personen beteiligt. Sie verteilen sich auf folgende Gruppen von Teilstichproben entsprechend Tabelle 1.

Um in Erfahrung zu bringen, *welche Merkmale* die Teilnehmer für wichtig und wünschenswert halten, konnte auf 466 Antwortschreiben zurückgegriffen werden. Die nahezu unüberschaubare Zahl an Einzelaussagen der Experten wurde die mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalysen zu insgesamt 60 Kategorie zusammengefasst (siehe Tabelle 2).

Die Auszählung der Kategoriebelegungen zeigt, dass nicht jedes Merkmal gleich oft von den Beteiligten genannt wurde, so dass sich die Frage stellte: *Welche Schwerpunkte* wünschenswerter chemiebezogener Bildung können aus dem Meinungsbild der Teilnehmer abgeleitet werden?

Um diese Frage zu beantworten, wurden die Aussagen quantitativ-statistischen Analysen unterzogen. Die deskriptiv- und varianzstatistischen Berechnungen ermöglichen darüber hinaus die Zuwendung zur zweiten zentralen Frage des ersten Untersuchungsabschnitts. Dabei geht es um die Kongruenz der Vorstellungen, Erwartungen und Wünsche der Erwachsenen- und Heranwachsendengeneration und um die Annahme, dass sich das Bildungsangebot im Chemieunterricht nur unzureichend mit den Bildungsinteressen der Jugendlichen deckt.

Tabelle 3 und 4 geben Auskunft über die relative Belegungshäufigkeit der Kategorien differenziert nach den verschiedenen Gruppen von Teilstichproben, die im Zuge der Varianzanalysen zu statistisch signifikan-

ten Differenzen zwischen mindestens zwei Gruppen führten ($p < 5$ Prozent).

Insgesamt ergeben sich aus den varianzstatistischen Berechnungen 66 signifikante Mittelwert-Unterschiede beim Vergleich der fünf Gruppen¹ von Teilstichproben. Dabei zeigt sich, dass die Vorstellungen der Jugendlichen (Gruppe der Schüler) von denen der Erwachsenen (Gruppe der Lehrer, Didaktiker und Naturwissenschaftler) deutlich abweichen; 56 (beziehungsweise 35) signifikante Unterscheidungen sind zwischen der Gruppe der Jugendlichen und den Gruppen der Erwachsenen zu verzeichnen. Überraschend ist die große Zahl der signifikanten Unterscheidungen zwischen der Gruppe der Schüler und Erwachsenen einerseits und der Schüler- und der Didaktiker-Gruppe andererseits. Im ersten Vergleich kommt es zu 21 signifikanten Unterscheidungen, im zweiten Vergleich sind insgesamt 20 signifikante Differenzen zu identifizieren. Außerdem sind sechs Unterscheidungen bezüglich der Aussagen der Schüler- und Lehrer-Gruppe nachzuweisen und neun Unterscheidungen beim Vergleich der relativen Kategoriebelegung der Schüler- und der Naturwissenschaftler-Gruppe.²

Die Gegenüberstellung der relativen Kategoriebelegungen verdeutlicht eindrucksvoll die unter-

1 Zur Erinnerung: Gruppe I: Schüler, Gruppe II: Lehrer, Gruppe III: Didaktiker, Gruppe IV: Naturwissenschaftler, Gruppe V: Lehrer, Didaktiker und Naturwissenschaftler.

2 Statistisch signifikante Unterscheidungen sind auch im Kreis der Erwachsenen vorzunehmen, und zwar je fünf signifikante Unterscheidungen zwischen der Didaktiker- und Lehrer-Gruppe und zwischen der Gruppe der Didaktiker und Naturwissenschaftler. Bemerkenswert ist außerdem, dass der varianzstatistische Vergleich der relativen Kategoriebelegungen keine signifikanten Unterscheidungen zwischen Lehrer- und Naturwissenschaftler-Gruppe ausweist.

Spezifizierende Kriterien (zur Bildung von Teilstichproben) (466/114)

Schüler/innen (65/30)

Schüler I: ohne Chemieunterricht (7/7)

Schüler II: mit Chemieunterricht (20/8)

Schüler III: mit Leistungskurs (14/8)

Schüler IV: mit bes. Interessen (24/7)

Lehramtskandidaten, Lehrer und Studienleiter mit Fach Chemie (104/29)

Lehramtsstudenten (28/8)

Referendare (16/7)

Lehrer (36/7)

Studienleiter (24/7)

Tätigkeit im Bereich (universitärer) Lehrerbildung (159/31)

Lehrer-Verbände (47/8)

Chemiedidaktik (34/8)

Naturwissenschaftsdidaktik (48/7)

Allgemeine Didaktik (30/8)

Tätigkeit in Bereichen, in denen Chemie bzw. Naturwissenschaften fundamental oder gehäuft auftreten (138/24)

Personen aus einem Berufsfeld, in dem Chemie fundamental auftritt (40/8)

Personen aus einem Berufsfeld, in dem Naturwissenschaften fundamental auftreten (50/8)

Personen aus einem Tätigkeitsfeld, in dem Naturwissenschaften gehäuft auftreten (48/8)

Tabelle 1: Aufteilung der Stichprobe und Umfang der Rückmeldungen im ersten Untersuchungsabschnitt der curricularen Delphi-Studie Chemie (Anzahl der Antwortbogen/Anzahl der Teilnehmer)

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Autoren und Sachwortregister zum 53. Jahrgang 2002

Aufsätze

- Brauckmann, Barbara**
Finsternisse vermeiden:
Restauration alter Gemälde 4
Fast zerstörungsfreie Analyse:
Laserinduzierte Elementmuster
zur Zertifizierung der Fundorte
wertvoller Saphire..... 48
Spektroskopie
im interstellaren Raum..... 408
- Bulmahn, Maren**
Ionisation
für die Massenspektrometrie..... 412
- Hasenpusch, Wolfgang**
Der Goldene Schnitt (2):
Maritime Harmonie 52
Iod-Recycling 94
Fibonacci-Zahlen in der Natur 260
- Heitzmann, Udo**
Die Spuren des griechischen
und römischen Bleibergbaus..... 173
- Janßen, Anton; Flock, Jörg**
Energiedispersive Röntgen-
fluoreszenzspektrometrie (1)..... 328
- Kässer, Mechthild**
Pyrosequencing..... 99
Zwei-Photonen-Prozesse und ihr Einsatz
in Licht induzierten Säuregeneratoren...
..... 299
- Koch, Karl-Heinz**
Die Probenahme –
Stiefkind der Analytik..... 294
Bewertung labormedizinischer
Untersuchungsergebnisse 376
- Neitzel, Volkmar**
Lineare Kalibrationsfunktionen..... 9
Nicht lineare
Kalibrationsfunktionen 44
Besondere Kalibrationsfunktionen 90
- Neubauer, Uta**
Massenspektrometer:
Immer kleiner, immer mobiler 168
Kernmagnetische Resonanzspektroskopie:
Den Proteinen auf der Spur..... 288
Bodensanierung mit Pflanzen: Schadstof-
fe ernten statt Boden abtragen 452
- Nick, Sabine; Andresen, Judith**
Grundlagen der Chemie multimedial 256

- Nölte, Joachim**
Korrektur spektraler Störungen in der
ICP-Emissionsspektrometrie:
Multivariate Regressionstechniken .. 216
- Pfeiffer, Jürgen; Weis, Johann**
Silicone –
Multitalente aus Sand 84, 128
- Roduner, Emil; Kerres, Jochen**
Die protonenleitende Membran 248
- Schulz, Heiko**
Flüchtige Substanzen aus Leder
– Methoden, Quellen, Substanzen .. 136
- Schwedt, Georg; Ocvirk, Mirko**
Papiermaché: Ein historischer
Verbundwerkstoff und die Herzogliche
Kartonfabrik Ludwigslust..... 336
- Schwedt, Georg**
Liebig und seine neue
Schule der Chemie: Einheit
von Forschung und Lehre..... 448
- Stöber, Heinrich; Weckenbrock, Elmar;
Most, Eugen; Beckmann, Dieter;
Mana, Hasson; Spohn, Uwe**
Einsatzmöglichkeiten von
kapillaren Tauchsonden..... 144
- Wagner, Jürgen**
Gassensoren: Herzstück
in elektronischen Nasen..... 14
- Walitza, Eckehard; Stroh, Norbert;
Brunner, Herwig**
Synthetische Membranen: Stofftransport,
Herstellung, Verwendung..... 208
- Wiskamp, Volker**
Kulturwissenschaft Chemie –
Ein Kurs für hochbegabte Schüler..... 59
Lingua Franca in Naturwissenschaft
und Technik 457
- Wünschiers, Röbbbe**
Ein Baum hilft heilen: Der Niembaum
in Pflanzenschutz und Medizin..... 55
- Wylamrzy, Jörg; Golloch, Alfred;
Kupka, Johannes**
Coulometrische Bestimmung
des Schwefelgehaltes 368

Rubriken

- F & E im Bild**
123, 163, 203, 243, 283, 323, 363,
403, 443
- Umschau**
24, 61, 102, 149, 178, 221, 264, 301,
340, 383, 416, 465
- Nanotechnik**
226, 273, 309, 392, 424, 461
- Forschung und Technik**
34, 74, 114, 192, 230, 271, 307, 352,
386, 428, 467
- Literatur**
29, 69, 107, 153, 234, 274, 314, 354
- Software**
30, 70, 106, 154, 434
- Wirtschaft**
31, 71, 108, 190, 232, 269, 310, 350,
390, 431, 472
- Unternehmen**
124, 164, 204, 244, 284, 324, 365,
404, 444
- Personalia**
126, 206, 246, 286, 326, 366, 406, 446
- Messe/Kongress**
185, 347, 364, 405
- Förderungen/Preise**
127, 167, 207, 247, 287, 327, 367,
407, 447
- Service**
235, 275, 315, 355, 394, 435, 475
- Neue Produkte**
36, 76, 116, 156, 196, 236, 276, 316,
356, 395, 476
- CLB-Memory**
- Behlich, Laura-Kathrin; Jarck, Felix
Christoph**
Miesmuscheln unter Stress..... M41
- Bulmahn, Maren; Kickuth, Rolf**
Nachwachsende Rohstoffe
Teil 1: Ricinolsäure –

- Grundlage vieler Alltagsprodukte.... M61
 Teil 2: Schalentiere –
 Chitin aus der Krabbe M70
 Teil 3: Saccharose
 aus der Zuckerrübe M86
 Von Milliarden und Trillionen M76
 Aromastoffanalyse für mehr
 Lebensmittelsicherheit..... M77
 Moderne Ionenanalytik, Teil 1:
 Ionenchromatographie M89
- Dressler, Marc**
 Ambivalenz von Drogen zwischen Heilen
 und Zerstören..... M94
- Ellmer, Reinhold**
 Abschied von CLB..... M24
- Flambard, Anthony R.**
 Chemo-Informatik:
 Eigenständiges Fach..... M94
- Harms, Gerhard**
 Der Blitzableiter feiert den
 250. Geburtstag..... M96
- Hennrichs, Werner**
 Dreidimensionale Filtration und
 Extraktion..... M14
- Jahnel, Nina**
 Magnesiumtechnologie M88
- Keller, Friedhelm**
 Mikrobiologie: Kultur aerober Bakterien
 M1, M11
- Kickuth, Rolf**
 Was können Katalysatoren mit Metallocen-
 nen besser als herkömmliche? M39
- Kusch, Peter; Knupp, Gerd**
 Pyrolyse – Gaschromatographie
 – Massenspektrometrie..... M25
- My/BG Chemie**
 Sicherheit beim Reinigen und Entfetten
 M38
- Raskatov, Jevgenij; Rossa, Jan; Appel,
 Thomas R.**
 Quantitative Analyse von Lipiden
 durch hochauflösende
 Dünnschichtchromatographie M49
- Redaktion**
 Reaktionen auf Artikel des CLB-Memory
 M47
 Keine Kunststoffe ohne Weichmacher ...
 M65
 Chromatographische Trennungen .. M87
 Mikrowellen in der Chemie M62
 Als Frau in der Chemie M63
 TA-Luft jetzt auch europakonform .. M64
 EU-Norm für Sicherheitschranken .. M64
- Richter, Harald**
 Die EN-Werte und ihre Historie
 Teil 12: Das Kernproblem der EN-Skala
 nach Pauling M7, M9
- Sorbe, Günter**
 Notfallchemie:
 Explosionsgefahr durch Cyanid? M6
 Erkenntnisse „nach Enschede“ M30
 Ammoniumnitrat –
- Dünger oder Sprengstoff?..... M36
 Vorsicht mit „alten“ Alkalimetallen.....
 Irrtümlich hochexplosives Nitroglycerin
 hergestellt M68
 Signalfarbe rot für roten Phosphor.. M73
 „Störfall“ mit Epichlorhydrin M81
 Quacksalber und Quecksilber..... M92
- Tenckhoff, Hannelore**
 Wer malt im Herbst die Blätter bunt?
 M84
- Werner, Wolfgang**
 Labortipps..... M5, M15, M20
 Natürliche Aminosäuren M17
 Kohlenstoffverbindungen im Raum
 (2) Alicyclische Verbindungen M31
 (3) Kohlenhydrate M34
 Korrektur dazu..... M59
 (4) Die Doppelbindung..... M57
- Wettbewerbe**
 Preisrätsel-Auflösung
 M23
- Programmiert geprüft**
 Bio-Sektor..... M16
 Chemie- und Physiksektor M8
- Software, Bücher, Lehrmittel, Kurse**
 Interaktive Tafelwerke M6, M63
- Schule, Ausbildung, Beruf**
 Zu den MC-Fragen..... M16
 Neue Sicherheitszeichen
 seit April 2002 M40
 Umgang mit Gefahrstoffen M60
 Chemikanten sind begehrt M74
 Praktische Chemie
 für Lehrer und Schüler..... M79
 Chemielaboranten
 mit Genetikkenntnissen..... M72
 Fragen zu Grundlagen der Chemie
 M56, M64, M71, M80
- Kurzmeldungen**
 Beliebte Berufe M13
- Sachwortregister**
- Abperleffekt 130
 Abwässer der Papierindustrie 230
 Abwassergebühren 73
 Achema-Fernsehpreis 287, 447
 Ackerschmalwand 24, 456
 Acquisitions 310
 Acrylamid in Lebensmitteln 195
 Actin 469
 Adenosin 99
 Adenosintriphosphat 115
 Adhäsive Eigenschaft von Siliconen 131
 Aerosolmessungen in den Wolken 418
 Affen; Was unterscheidet
 den Menschen vom – 194
 Agarplatten M2
 Aggregatzustand der Materie; Fünfter –471
 Akkreditierung 301
 Akkreditierung medizinischer Laboratorien
 379
 Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH;
 Deutsches – 301
 Aktinfilamente 403
 Aktivkohle; Einblasen von –
 in den Abgasstrom 386
 Aktor 267
- Aldrin 20, 384
 Alicyclische Verbindungen M31
 Alkalimetalle(n); Vorsicht mit „alten“ –M56
 Alkoxyisilane 85
 Alkylphenoethoxylate 20
 Alkylsulfonate M67
 Allele 100
 Allelfrequenzanalyse 101
 Allene M57
 Alzheimer; Bestandteile der – –
 Schere identifiziert 223
 Aminosäure; Die 22. – 307
 Aminosäuren M20
 Aminosäuren; Natürliche – M17
 Aminosäuresequenz M43
 Ammoniak; Flüssiges –
 zum Weichmachen von Holz M68
 Ammoniakbestimmung 147
 Ammoniumnitrat –
 Dünger oder Sprengstoff? M36
 Amylase-Kette M36
 Analysenportion 294
 Analyte; Permeabilisierende – 146
 Analytica 2002 185
 Analytik der Nonylphenole 21
 Analytik Jena AG 204
 Animationen im Chemieunterricht 458
 Anorganische Cluster 192
 Anorganische Nanoröhren 463
 Ansprechverhalten kapillarer
 Tauchmesssonden 145
 Anthropogene Emissionen 416
 Antimikrobielle Polymere 31
 Antipoden; Optische – M57
 Antisense-Oligonukleotide 127
 Arabidopsis thaliana (Ackerschmalwand) 24
 Arbeitnehmererfindung 30
 Arbeitsbeziehungen 310
 Arbeitsblätter mit Lückentexten im
 Chemieunterricht 459
 Arfvedson-Schlenk-Preis 407
 Arginin M18
 Aromastoffe M77
 Arsen im Grundwasser 230
 Aryl-Hauptkettenpolymere 249
 Ascorbinsäure 309
 Asia-Link-Programm 127
 Asparagin M18
 Asparaginsäure M18
 Astrochemie 409
 Astrospektroskopie 408
 Atemwegserkrankungen 367
 Atmosphäre; Chemie und Physik der – 416
 Atomic Force Microscopy (AFM) 180
 ATP 115
 Atrazin im Boden 457
 Ausgasungen aus Teilen im Kraftfahrzeug .
 14
 Auswertung von Messergebnissen;
 Statistische – 381
 Auszubildende in der chemischen Industrie
 M74
 Autolack; Superkratzfester – 192
 Automobileleder 139
 Azadirachtin 56
- Bachelor-Programme 305**
 Bakterien; Kultur aerober – M1, M11
 Bakterien; Thermophile – 353
 Basischemikalien 304
 Baum; Fibonacci – 261
 Bayer Cropscience 204
 Bayer-Chemie-Start-Up-Initiative 447
 Beacon; Infrarotsender – 67
 Benzo(a)pyren in Lebensmitteln 304
 Berufe; Beliebte – M13

Beschäftigung 2003	433	Chemie; Grundlagen der – multimedial	129
Bestimmungsgrenze	44, 59	.....	256
Betain	M17	Chemie; Nachhaltige –	385
Betakarotin	M85	Chemiegeschichte (Literatur)	29
Betriebsanweisung	M74	Chemieproduktion stagniert	473
Bewerbung per Internet	M75	Chemikalien; Nachhaltige und	
Bewertung chemischer Produkte	383	zukunftsfähige –	304
Biegefestigkeit	338	Chemikalienbox	M69
Bildungspartnerschaft	182	Chemikaliendetektor; Staubkorngroße	
Binäre Tröpfchen	420	Partikel als –	323
BioBeirat	111	Chemikanten sind begehrt	M74
Biochemie (Literatur)	69	Chemiker; Arbeitsmarkt für –	351
Biochemische Pinzetten	226	Chemisch-Technischer Assistent mit	
Biochip; Verbundprojekt –	228	Schwerpunkt Biochemie	72
Biochips; Kompetenzzentrum für –	284	Chemistry; Green –	385
Biochiptechnik	347	Chemnet	256
Biodiversität	190	Chemo-Informatik	M94
Bioengineering; Molecular –	151	Chemosensitive Feldeffekttransistoren .	17
Biofilme(n); Schadstoffabbau in –	270	Chemotherapie	59
Biologische Indifferenz der Silicone	129	Chime	257
Biologischer Leitwert	M60	Chips	34
Biologisches Codierverfahren	387	Chitin aus der Krabbe	M70
Biomaterialien; Interdisziplinäres Zentrum		Chitin; Acetylierung von –	M70
für –	151	Chitosan	M70
Biomoleküle(n); Markierungsfreie Analytik		Chitosan-Gewinnung; Enzymatische –	M70
von –	187	Chlordan	384
Bionik	266, 302	Chlordecon	21
Bionik; Mathematische –	260	Chlorophylle	M84
BioParc Dresden	152	Chlorphenole; Abbau persistenter – ...	230
Bioprozesse nachahmen	309	Cholesterin	306
Biosensorik (Literatur)	314	Cholesterin-Bestimmung im Serum	381
Biosensorsystem zur Fettbestimmung .	193	Cholesterische Phase	426
Biosensorsystem; Interferometrisches –	187	Cholesterol	M50
Biotechnologie (Literatur)	314	Christuspalme	M61
Biowissenschaften;		Chromatographie	M89
Massenspektrometrie in den –	432	Chromatographie-Membranen	205
Biphenyle; Polychlorierte –	384	CIP-Nomenklatur	M57
Bisphenol A	21	Cluster mit 368 Molybdänatomen	192
Blaue Liste	348	COAB-Verfahren	307
Blei im Grönlandeis	174	Codierverfahren; Biologisches –	387
Bleibergbau; Griechischer und römischer –		Cold Oxygen Absorbing Technology ...	307
.....	173	Cole-Cole-Gleichung	M62
Bleiisotopenverhältnis	174	Compositemembranen	250
Bleikonzentrationen im Trinkwasser ...	272	Computer als Instrumente der E-Science ..	70
Bodenbehandlungsmittel	452	.....
Bodensanierung mit Pflanzen	452	Concept-Mapping-Technik	259
Bose-Einstein-Kondensat aus Cäsium ..	471	CoolMuseum	66
Brandprotection durch Brandsealing ...	387	Coronarmittel	M69
Brennstofflammen; Analyse von –	470	Cosmo-Player	257
Brennstoffzelle	248, 303, 389	Coulometrie; Galvanostatische –	370
Brennstoffzellen; Hochtemperatur –		Cyanid; Explosionsgefahr durch –	M6
mit Festelektrolyt	271	Cyclohexan	M31, M34
Brennstoffzellen-Kraftwerke	270	Cystein	M19
Bruno-Roßmann-Preis	407	Cystin	M19
Brustkrebs-Früherkennung	428	Cytosin	99
Bundesinstitut für gesundheitlichen		Daily Intake	22
Verbraucherschutz	431	Dammar	4
Butyllithium; n- –	251	Datenauswertung für Laborberufe	314
Campher	M65	DDT	384
Cantileversensoren	265	Decalin; Cis- und trans- –	M32
Carl Bosch Museum Heidelberg	66	Decosahexaensäure (DHA)	124
Carriertransport bei Membranen	210	Degussa AG	204
Cavity Ring-Down Spektroskopie	470	Delphinhaut; Selbstreinigungseigenschaft	
CD zu Makromeren	434	der –	266
CD-Recycling	222	Dendriten von Nervenzellen	469
Cellidur	M66	Dendritische Eiskristalle	419
Cellit	M66	Design-Preis für Solarbürette	124
Cellulose	M36	Desoxyglucose; 2- –	27
CFA	144	Detektoren aus Germanium	28
Chemie im Kindergartenalter	184	Deutsche Forschungsgemeinschaft	62
Chemie im Netz	256	Deutscher Zukunftspreis	467
Chemie in Medizin und Biologie (Literatur)		Diagnostische Karten	127
.....	153	Diatomeenerde	M69
Chemie; Als Frau in der –	M63	Dibenzodioxine; Polychlorierte –	384
		Dielektrizitätskonstante der Siliconharze ..	247
		Dieselruß-Aerosole	417
		Diethylstilbestrol	20
		Differenzkalorimetrie; Dynamische – ..	195
		Diffusionskoeffizient	211
		Dimethyldiselenid	452
		Dimethylselenid	452
		Dimethylviologen	309
		Dioxin absorbierender Kunststoff	386
		Dioxin-Analyse	268
		Dioxingehalt in der Frauenmilch	223
		Dispersionen	425
		Disproportionierungsreaktionen	86
		Dissertationen; Preis für –	167
		Diterpene	4
		DNA; Synthetische –	31
		DNA-Array; Low-Density- –	193
		DNA-Fragmente(n); Bestimmung von –	350
		DNA-Polymerasen in biologischen Prozessen	269
		
		Dopinganalytik	187, M87
		Doppelbindung	M57
		Doppelkontaktanlage	444
		Doppelstrang	99
		Drehimpulsquantenzahl	300
		Dreiecksdiagramme	51
		Drigalskispatel	M3
		Drogen	M94
		Drogenanalytik	187
		Druckfestigkeit	338
		DSC	195
		DsRed	429
		Dualitätsprinzip	300
		Duftstoffe	M77
		Dünnschichtchromatographie;	
		Hochauflösende –	221, M49
		Durchflussanalyse	144
		Dynamische Differenzkalorimetrie	195
		Earth Simulator Center	423
		Ecdyson	57
		Echtzeit-Thermocycler	350
		Ecstasypille	M95
		EDAX-Sonde	343
		Edmann-Abbau	M44
		Effektomer	M61
		Einschätzung; Gefühlsmäßige –	
		von Produkten	387
		Einzelmoleküldetektion	114
		Eisbohrkerne(n); Analyse von –	470
		Eisengallustinte	352
		Eisenkomplex zur Abwasserreinigung .	230
		Eisschichten; Zunahme von –	
		an Arktis und Antarktis	173
		Electron Paramagnetic	
		Resonance Spectrometry	5
		Elektro-Biochip	185
		Elektrochemischer Sensor	186
		Elektronenspinresonanz	253
		Elektronentomographie	403
		Elektronische Nasen	15
		Elektrophorese	M43
		Elektrospray-Ionisation	412
		Elektrostatische Eigenschaften eines	
		Moleküls	M94
		ELISA	468
		EMBO	68
		Emission; Stimulierte –	392
		Emissionen; Anthropogene –	416
		Emissionskammer	141
		Emotional Assessment	387
		Enabling-Technologien	26
		Enantiomere	M57
		Energiedissipation an Oberflächen	226
		Engelhornpreis für Bio- und Gentechnik ...	247

Englisch ist die lingua franca der Naturwissenschaft	457	(FRET)	189	Gesundheit aus der Sicht von Schülern .	60
Enteropathie; Glutensensitive –	468	Fluoreszenz-Proteine	429	Gewebe regeneration; Wirkstoffe für – ...	165
Entfettungsmittel	M38	Fluoreszenz-Resonanz-Energietransfer	429	Gewebeschnitte(n); RFA in dünnen – .	149
Entgasungsrohr	140	Fluoreszenzspektroskopie	291, 429	Gewichtsregulierung mittels Chitosan	M71
Entschäumende Eigenschaft von Siliconen	131	Fluorradikale	227	GFP-Protein	429
Entschlüsseln (Software)	70	Flussdiagrammsoftware ConceptDraw	154	Gipsfaserplatten	336
Entwicklung; Integrierte –	385	Flüssig-Flüssig-Extraktion	21	Gips-Papiermischung	336
EN-Werte und ihre Historie	M7, M9	Fogging	142	Glastemperatur	179
Enzyme als industrielle Katalysatoren ..	467	Fokussierung von Röntgenstrahlen	330	Glimmlampen-Emissionspektrometrie .	268
Enzymkaskade	101	Formi als Alternative zu		Global Entrepreneurship Monitor	247
Enzymoptimierung	467	Fütterungsantibiotika	205	Global Lab	30
Epichlorhydrin; Störfall mit –	M81	Formiatdehydrogenase	467	Glucopyranose; β -D- –	M59
Eppendorf AG	232	Forschung und Lehre; Einheit von – ...	448	Glucose	M34, M59
EPRS	5	Forschung; Bio- und gentechnologische – .		Glutamat	M87
Erfassungsgrenze	9, 44	.....	72	Glutamin	M18
Erinnerungen sind bunt	163	Forschungspolitik; Nullrunde für die –	472	Glutaminsäure	M18
E-Science; Instrumente der –	70	Forschungsvereinigungen; Arbeitsgemein-		Glutamylcystein-Synthetase	455
ESI-Q-TOF	415	schaft industrieller –	225	Glutathion-Synthetase	455
Estragol	M78	Fortpflanzungsverhältnisse in einem		Gluten; Vor-Ort-Analytik von –	468
Ethylendiamintetraacet (EDTA)	453	Bienenstock	261	Glycerinester	M66
Etiketten mit DNS	387	Fouling	340	Glycin	M18
Euroanalysis; I2. – an der		Fourier Transform Infrared Spectrometry	6	Glykosphingolipide	M49
Universität Dortmund	347	Fragen; Interaktive – im Chemieunterricht		Gold; Pflanzen graben nach –	456
Europäische Organisation für		.....	458	Goldener Schnitt	52
Molekularbiologie (EMBO)	68	Freie-Elektronen-Laser	465	Goldener Schnitt und Kreis konstante Pi	
European Partnership MBA	444	Fresenius; Wilhelm –		.....	260
Evaneszenzfeldanalyse bei Sicherwässern .		wurde GDCh-Ehrenmitglied	187	Gramfärbung	M11
.....	231	FRET	429	Graphit	M58
Evolution; Gerichtete –	467	Friedel-Crafts-Katalysatoren	86	Grignard-Reaktion	86
Existenzgründung von Frauen	407	Fructose	M35, M59	Grundpraktikum; Physikalisches	
Experimente mit Supermarkt-Produkten		F-Test	44	– (Literatur)	69
(Literatur)	104	FTIR	6	Gründungspioniere;	
Explosionsunglück in Enschede	M30	Functional Food	306	Die Sorgen der jungen –	433
Extraktion; Dreidimensionale –	M14	Funkenemissionsspektrometrie	149	Guanin	99
Extrudieren	434	Fusionen erfordern viel Fachwissen	474	Guanylylcyclase	103
Faltungsreaktionen von Proteinen	291	Fusionsaktivitäten	473	Gummilaser	426
FAMOS (Fraunhofer-Allianz Modulare		F-Verteilung	9	Gute Analytische Praxis	377
 Mikroreaktionssysteme)	152	Galactosylceramid	M50	Halbleiter	34
Farbenlöschung	49	Galvanostatische Coulometrie	370	Halbleiter-Detektoren	332
Farbige Silicone	134	Gamma-Schnüffler	28	Hämoglobin	M84
Farbstoffe; Lichtempfindliche –	8	Ganzzellenkatalysator; Rekombinanter – ...		Hämolyse	208
Fast Atom Bombardment	412	.....	244	Haptomer	M61
Fehling-Lab	M78	GAP	377	Harmonie; Maritime –	52
Feinstrukturen im Mikro- und Nanobereich		Gase; Coronale –	408	Harnstoff-Bestimmung im Blut	382
.....	178	Gaslaser	50	Hauterkrankungen	165
Fernunterrichtsstatistik	M8	Gasphasenepitaxie; Metallorganische –	228	Hautveränderungen durch Arsen	230
Ferry-Renkin-Modell	211	Gassensoren	14	Haworth-Projektion	M34, M59
Festkörper-NMR	293	Gebärmutterhalskrebs	421	Headspace; Dynamische und statische –	140
Festkörper-NMR; Modifizierte –	468	Gedächtnis funktioniert in natürlichen		.....	207
Festkörper-NMR-Spektroskopie	178	Farben	163	Helmholtz-Preis für Präzisionsmessungen .	207
Festphasenmikroextraktion	M77	Gefahrenkennzeichnung	M74	Heroin	M95
Feststoffe(n); Probenahme von –	294	Gefahrensymbol	M81	Herzinsuffizienz	125
Feuerwerkskörper	M30	Gefahrgutfreilager	404	Herzkrankheiten; Wirkstoffkandidaten	
FIA	144	Gefahrstoffe(n); Umgang mit – (Literatur) .		zur Behandlung von –	125
Fibonacci-Zahlen in der Natur	260	.....	354	Heuschreckenresistenz des Niembaums	56
Fickscher Ansatz	211	Gefühlsmäßige Einschätzung		Hexachlorcyclohexan im Boden	457
Filme im Chemieunterricht	458	von Produkten	387	Histidin	M19
Filtration; Dreidimensionale –	M14	Gehälter 2002	312	Hochschule, Deutsch-Französische – ..	287
Finite-Elemente-Methoden	181	Gemälde; Restaurierung alter –	4	Hochschulwettbewerb	327
Firedevil; Forschungsprojekt –	190	Genanalyse	99	Hochtemperaturbeständigkeit	
Firnis	4	Genchip	194	von Polysiloxanen	133
Fischer-Projektion	M34	Gene in Pflanzen	24	Hochtemperatur-Brennstoffzellen	
Flammhemmer	368	Gene; Abschaltung einzelner, spezifischer –		mit Festelektrolyt	271
Flaschenmethode	138	.....	445	Holzschliff	338
Flashpyrolysatoren	M26	Generationen-Gerechtigkeit	303	HPLC-Studie	64
FLEC	141	Genetische(r) Unterschiede;		Humansensorik	15
Fließinjektionsanalyse	144	Identifikation –	194	Hybride Sensorsysteme	19
Flockungsmittel Chitosan	M70	Genom	194	Hydantoinase-Verfahren	244
Floating-point operations per second ...	422	Genschalter	27	Hydrogel	74
Flop	422	Gentherapie	191	Hydrolyse-/Kondensationsreaktionen	87
Flugzeitmassenspektrometer	170	German Partnership MBA	444	Hydrophobie der	
Fluorescence Resonance Energy Transfer		Germanium; Detektoren aus –	28	dialkylsubstituierten Silicone	130

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

Januar 2003

Moderne Ionenanalytik (Teil 2): Ionenchromatographie

Ionentausch und Suppression zur Nitrat-Bestimmung

Lebensmittelanalytik ist wichtig und immer für Neuigkeiten gut – dies zeigen bekannte Schlagwörter wie Nitrofurantol oder Acrylamid (siehe auch Seite 24). Auch einfache Ionen wie das Nitrat bedürfen in Lebensmitteln der ständigen Kontrolle. Für solche Routineanalytik ist die Ionenchromatographie gut geeignet.

Die Chromatographie ist ein physikalisch-chemisches Verfahren zur Trennung von Substanzgemischen. Der Trenneffekt beruht auf einer wiederholten Verteilung zwischen zwei Phasen, von denen eine Phase als stationär (ruhend) betrachtet wird, während die zweite, mobile Phase sich in einer bestimmten Richtung bewegt. Die beiden beteiligten Phasen bestimmen je nach ihrem Aggregatzustand die Bezeichnung der chromatographischen Techniken.

Mobile Phase flüssig (liquid L):

- LSC (stationäre Phase fest (solid S))
- LLC (stationäre Phase flüssig)

Mobile Phase gasförmig (gas G):

- GSC (stationäre Phase fest)
- GLC (stationäre Phase flüssig)

Eine weitere Unterscheidung chromatographischer Verfahren kann nach den grundlegenden Vorgängen während der Trennung, wie etwa Adsorption oder Verteilung, oder nach der Art der Ausführungstechnik (Säulen- oder Planarchromatographie) erfolgen.

Die Flüssigkeitschromatographie (Liquid Chromatography, LC) ist als Oberbegriff für zahlreiche mo-

derne flüssigchromatographische Trennverfahren zu betrachten. Sie lässt sich auf die verschiedensten Substanzklassen anwenden, zeichnet sich durch ihre exzellente analytische Leistungsfähigkeit aus und ist die zur Zeit wohl wichtigste Trennmethode in der modernen analytischen Chemie. Die Flüssigkeitschromatographie beinhaltet auch die Ionenchromatographie.

Die Ionenaustausch- oder Ionenchromatographie (IC) stellt eine Untergruppe der HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) dar. Chromatographische Methoden werden durch den überwiegend vorliegenden Trennmechanismus definiert. Als Trennprinzipien wirken in der Ionenchromatographie:

- Ionenaustausch
- Ionenpaarbildung
- Ionenausschluss

Die Ionenaustauschchromatographie wird dabei heute vereinfacht Ionenchromatographie (IC) genannt, während die Ionenpaarchromatographie (IPC) und Ionenausschlusschromatographie (Ion Exclusion Chromatography,

IEC) als speziellere Anwendungen gelten.

Reversibler Ionenaustausch

Die Ionenaustauschchromatographie (IC) beruht auf einer stöchiometrisch verlaufenden chemischen Reaktion zwischen Ionen in einer Lösung und einem üblicherweise festen Stoff, der funktionelle Gruppen trägt und Ionen aufgrund elektrostatischer Kräfte fixieren kann. In der Kationenchromatographie sind dies im einfachsten Fall Sulfonsäuregruppen, in der Anionenchromatographie quartäre Ammoniumgruppen. Zwischen beiden Phasen können Ionen gleichsinniger Ladung theoretisch völlig reversibel ausgetauscht werden. Der Prozess des Ionenaustausches führt zu einem Gleichgewichtszustand. Auf welcher Seite dieses Gleichgewicht liegt, hängt von der Affinität der beteiligten Ionen zu den funktionellen Gruppen der stationären Phase ab. Abbildung 1 zeigt schematisch die Austauschvorgänge für Kationen und Anionen. Die Analytionen sind mit A

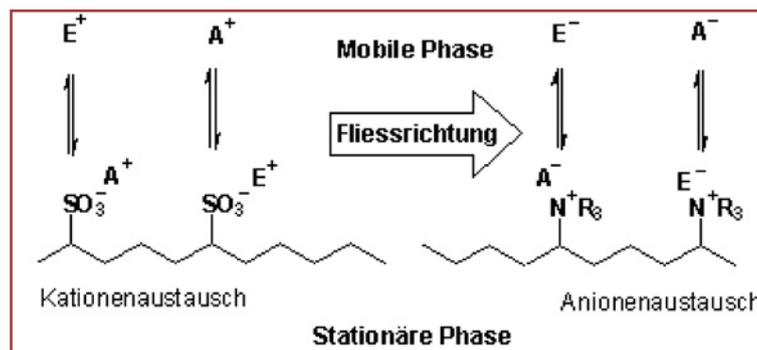


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Ionenaustauschprozesses in der Ionenchromatographie. Links: Kationenaustausch, rechts: Anionenaustausch, A=Analytionen, E=Elutionen (alle Abbildungen: Metrohm).

bezeichnet, die mit diesen um die Austauschplätze konkurrierenden Elutionen mit E.

Ionenaustauscher bestehen im Normalfall aus festen Phasen, an deren Oberfläche ionische Gruppen fixiert sind. Aufgrund der Elektroneutralitätsbedingung befindet sich immer ein entgegengesetzt geladenes Gegenion in der Nähe der funktionellen Gruppe. Das Gegenion stammt in der Regel aus dem Laufmittel (Eluent) und wird deshalb auch als Elution bezeichnet.

Wird eine Probe aufgegeben, die zwei Analytionen A⁻ und B⁻ enthält, so verdrängen diese kurzzeitig die Elutionen E⁻ und werden an den fixierten Ladungen zurückgehalten, bevor sie ihrerseits wieder gegen Elutionen ausgetauscht werden. Durch die unterschiedlichen Affinitäten von A⁻ und B⁻ zu den funktionellen Gruppen ist eine Trennung der Komponenten möglich. Die Gleichgewichtskonstante K dieser Reaktion wird auch Selektivitätskoeffizient genannt. Unter der Voraussetzung, dass die Konzentration der Elutionen normalerweise um mehrere Größenordnungen höher ist als die der Analytionen, kann die Konzentration von E⁻ in mobiler und stationärer Phase als konstant betrachtet werden.

Warum der Nitrat-Gehalt untersucht wird

Nitrat gelangt über das Trinkwasser, aber auch durch Genuss pflanzlicher Nahrungsmittel (Gemüse, Salat und so weiter) in den menschlichen Körper. Von der WHO (World Health Organization – Weltgesundheitsorganisation) wird empfohlen, dass die tägliche Nitrataufnahme 220 Milligramm pro Person nicht überschreiten sollte. In Deutschland beträgt die durchschnittliche Nitrataufnahme gegenwärtig etwa 130 Milligramm pro Person und Tag. Etwa fünf Prozent davon werden mit Fleisch- und Wurstwaren, der Rest etwa je zur Hälfte mit Trinkwasser und Gemüse aufgenommen.

Nitrat kann sich auf verschiedene Arten auf die Gesundheit des Menschen negativ auswirken. Es ist selbst relativ ungiftig. Erst bei Aufnahme von grösseren Mengen kann es Entzündungen des Magen-Darm-Trakts bewirken. Unter bestimmten Voraussetzungen aber, nämlich dem Vorliegen von Bakterien, wie sie beim Menschen im Mund vorhanden sind, wird durch das Enzym Nitratreduktase Nitrat (NO₃⁻) zu Nitrit (NO₂⁻) reduziert.

Nitrit ist in der Lage, Hämoglobin, den roten Blutfarbstoff, zu Methämoglobin umzuwandeln

(Fe²⁺ wird zu Fe³⁺ oxidiert). Methämoglobin kann im Gegensatz zu Hämoglobin keinen Sauerstoff im Blut transportieren. Bei erwachsenen Menschen kann dieser Schaden durch Stoffwechselreaktionen wieder behoben werden. Der Stoffwechsel von Säuglingen bis zum fünften Lebensmonat ist dazu jedoch noch nicht fähig.

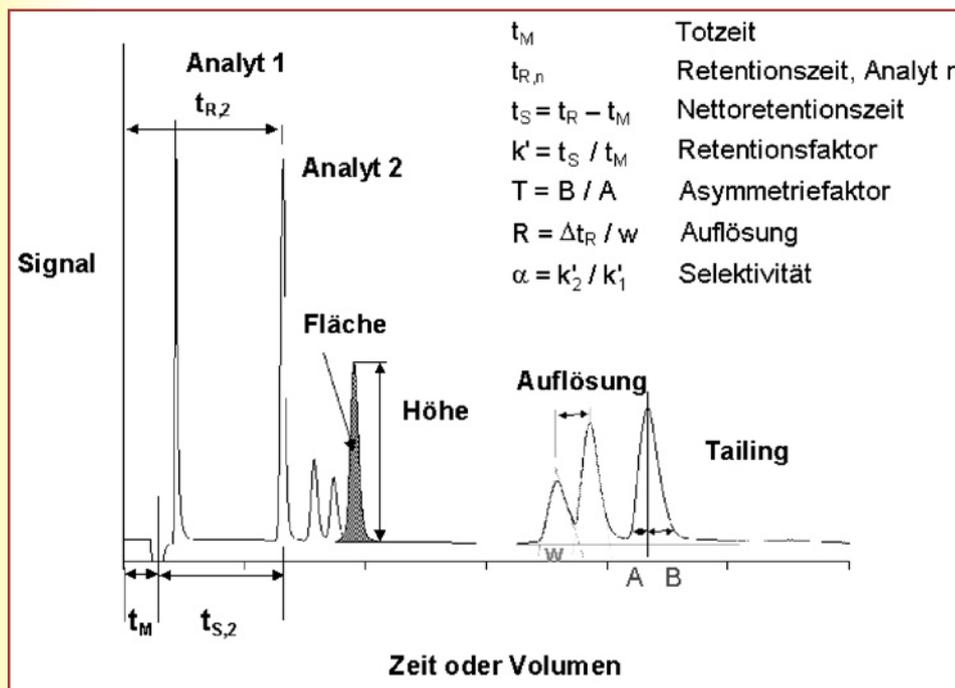
Aus Nitrit können durch Reaktion mit verschiedenen sekundären Aminen (zwei Wasserstoff-Atome des Ammoniakmoleküls sind durch Alkylreste ersetzt), welche durch Medikamente und Nahrung in den Körper des Menschen gelangen, im sauren Milieu des Magens Nitrosamine entstehen. Nitrosamine gehören zu den am stärksten krebserzeugenden Stoffen.

Trinkwasseranalytik mit IC

Trinkwasser kann neben Nitrat auch noch andere Anionen wie beispielsweise Fluorid, Chlorid und Sulfat enthalten. Betrachtet man ein Stoffgemisch und unterwirft dieses einer chromatographischen Trennung, so wird sich für jede Komponente ein Verteilungsgleichgewicht zwischen mobiler und stationärer Phase ausbilden. Eine Stofftrennung ist nur dann erfolgreich, wenn sich die Verteilungskoeffizienten D der Komponenten hinreichend voneinander unterscheiden. D ist definiert als das Verhältnis der Konzentrationen eines Stoffes A in der stationären und der mobilen Phase. Dementsprechend werden Stoffe mit einem hohen Verteilungskoeffizienten D stärker zurückgehalten (retardiert) als solche mit einem kleinen D.

Der Vorgang der chromatographischen Trennung wird in Form eines Chromatogrammes dargestellt, welches die Aufzeichnung eines Detektorsignals als Funktion des Elutionsvolumens der mobilen Phase oder der Zeit darstellt. Somit entspricht es einem Konzentrations- oder Massenprofil als Funktion der Zeit (Abbildung 2). Das Detektorsignal soll dabei proportional zur Konzentration eines Analyten am Ende der Trennstre-

Abbildung 2: Elutionschromatogramm einer ionenchromatographischen Trennung mit Skizzierung der wichtigsten Kenngrößen.



cke sein. Die Verweil- oder Bruttoretenziionszeit t_R eines Stoffes auf der stationären Phase setzt sich additiv aus der Nettoretenziionszeit t_S , welche dem realen Aufenthalt auf der Trennstrecke entspricht, und der Durchflusszeit der mobilen Phase ohne Wechselwirkung, der Totzeit t_M , zusammen.

Aufgrund von Kanalbildungen, Diffusionsprozessen oder Unregelmässigkeiten in der Gleichgewichtseinstellung zwischen mobiler und stationärer Phase können einige Teilchen die stationäre Phase aber langsamer oder schneller passieren als nach der Nettoretenziionszeit t_S zu erwarten wäre. Ein Chromatogramm besteht daher nicht aus unendlich schmalen Signalen, sondern im Idealfall aus Gauss-förmigen Peaks. Als Folge von Diffusionsprozessen, die mit zunehmender Verweilzeit auf der stationären Phase an Einfluss gewinnen, beobachtet man eine mit der Retenziionszeit einer Substanz zunehmende Bandenverbreiterung. Dieses Phänomen ist für alle chromatographischen Verfahren charakteristisch.

Leitfähigkeitsdetektion

Der universellste und gebräuchlichste Detektor in der IC ist der Leitfähigkeitsdetektor. Die Leitfähigkeitsdetektion ist ein unselektives Detektionsprinzip, wobei auch in diesem Fall direkte und indirekte Bestimmungen möglich sind. Da in der Ionenchromatographie wässrige Elektrolyte als Laufmittel verwendet werden, muss der Detektor auf die relativ geringe, durch die Analytionen verursachte Veränderung der Gesamtleitfähigkeit des Eluenten ansprechen. Durch die Verwendung von Suppressionstechniken kann die Eigenleitfähigkeit bestimmter Eluenten drastisch reduziert werden, wodurch im Falle der starken Säureanionen eine deutliche Empfindlichkeitssteigerung erreicht wird.

Die Leitfähigkeit κ einer Lösung wird messtechnisch als Kehrwert des Widerstandes R bestimmt, den eine Lösung zwischen zwei

Elektroden der Fläche A und des Abstandes L verursacht (Abbildung 3). Die Leitfähigkeit eines Elektrolyten setzt sich additiv aus den Ionenleitfähigkeiten Λ_{Anion}^- und $\Lambda_{\text{Kation}}^+$ zusammen. Nach dem Kohlrausch-Gesetz gilt, dass die Leitfähigkeit einer verdünnten Lösung proportional zur Summe der Leitfähigkeiten aller Ionen multipliziert mit deren Konzentrationen ist.

Die Leitfähigkeit eines Eluates in der Ionenchromatographie kann entweder direkt oder nach Durchlaufen eines Suppressors bestimmt werden. Diese Varianten werden auch als Einsäulen- bzw. Suppressortechnik bezeichnet. Welche der beiden Ausführungsformen zu bevorzugen ist, kann anhand von Überschlagsrechnungen ermittelt werden. Aus solchen Berechnungen folgt für Anionen, dass die direkte Leitfähigkeitsdetektion um den Faktor 10 unempfindlicher ist als die Leitfähigkeitsdetektion nach chemischer Suppression (Austausch der Eluentkationen gegen H^+). Für die Kationenchromatographie ergibt sich dagegen für die direkte Leitfähigkeitsdetektion eine höhere Empfindlichkeit als für die Leitfähigkeitsdetektion nach chemischer Suppression (Austausch der Eluat-anionen gegen OH^-).

Suppressortechnik in der Anionenchromatographie

Die Suppressoren für die Ionenchromatographie können entweder als diskontinuierlich arbeitende Packed-Bed-Suppressoren gemäss Abbildung 4 oder als kontinuierlich

Abbildung 4: Schematischer Aufbau eines Packed-Bed-Suppressors für eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise.

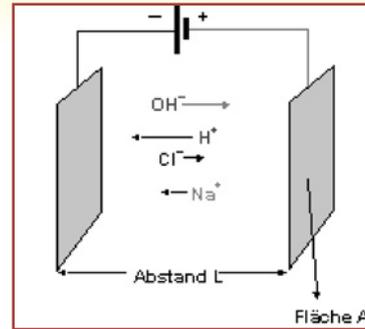
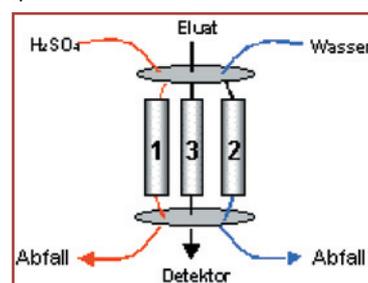
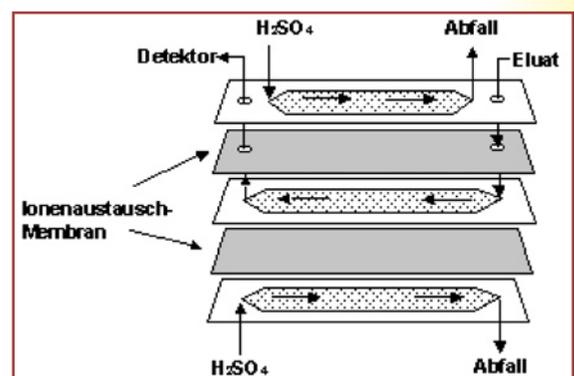


Abbildung 3: Aufbau einer Leitfähigkeitsmesszelle.

arbeitende Membransuppressoren (Abbildung 5) ausgelegt sein.

Der Suppressor hat die Aufgabe, die Eigenleitfähigkeit des Eluenten zu reduzieren und, wenn möglich, die Detektierbarkeit der Analyten zu erhöhen. Ein Beispiel der chemischen Suppression für einen Anwendungsfall aus der Anionenchromatographie verwendet einen $NaHCO_3$ -Eluenten, als Analyt fungiert das Nitration. Die Suppression erfolgt mit einem stark sauren Kationenaustauscher in der H^+ -Form. Der Eluent Natriumhydrogencarbonat wird neutralisiert, da die Natriumionen durch Protonen ersetzt werden. Dadurch wird die Eigenleitfähigkeit des Eluenten drastisch herabgesetzt. Der Analyt wird selbst nicht verändert, allerdings wird sein Gegenion Na^+ gegen H^+ ausgetauscht, welches eine deutlich grössere Äquivalentleitfähigkeit besitzt. Da der Detektor die Summe der Leitfähigkeiten von Analyt- und Gegenion als Signal registriert, ergibt sich also aus beiden ablaufenden Reaktionen ein deutlicher Empfindlichkeitsgewinn.

Abbildung 5: Schematischer Aufbau eines kontinuierlich arbeitenden Membransuppressors.



Die ursprünglich als Suppressoren verwendeten Säulen mit Kationenaustauschern in der H^+ -Form trugen aufgrund ihres großen Totvolumens deutlich zur Bandenverbreiterung bei. Ausserdem konnten sie nur diskontinuierlich betrieben werden, da der Kationenaustauscher periodisch regeneriert werden musste. Moderne Packed-Bed-Suppressoren zeichnen sich dagegen durch hohe Leistungsfähigkeit aus und ermöglichen eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise. Der Packed-Bed-Suppressor in der von Metrohm verwendeten Revolverausführung besitzt drei gleichartige Suppressoreinheiten, von denen jeweils eine Einheit als Suppressor dient, die zweite regeneriert und die dritte mit Reinstwasser gespült wird. Nach Ablauf einer Analyse wird der Revolver um 120 Grad gedreht und die zuvor gespülte Säule wird als Suppressor benutzt. Auf diese Weise wird eine quasi-kontinuierliche Arbeitsweise ermöglicht.

Ebenfalls zum Einsatz kommen kontinuierlich arbeitende Membransuppressoren, bei denen das Regeneriermittel, normalerweise verdünnte Schwefelsäure, und der Eluent im Gegenstromprinzip aneinander vorbei geführt werden. Im Vergleich zu Packed-Bed-Suppressoren sind Membransuppressoren jedoch wesentlich störanfälliger

und weniger beständig (Druck, organische Lösungsmittel).

Die Suppressortechnik hat trotz ihrer Vorzüge aber auch einige entscheidende Nachteile. In der Praxis lassen sich in der Anionenchromatographie nur solche Eluenten erfolgreich supprimieren, die auf Alkalihydroxiden oder -carbonaten basieren. Anionen schwacher Säuren, zum Beispiel Acetat oder Fluorid, liegen nach der Suppressionsreaktion praktisch vollständig protoniert vor, so dass ihre Detektierbarkeit im Vergleich zur Einsäulentechnik wesentlich geringer ist. Höherwertige Kationen müssen vor der Analyse entfernt werden, da sie schwer lösliche Hydroxide bilden, die auf der Trennsäule ausfallen und zur Verstopfung führen können.

Die Eigenleitfähigkeit der klassischen Eluenten für die Einsäulentechnik (z.B. 2 mmol/L Phthalat, $pH = 8$) liegt bei etwa $200 \mu S/cm$. Bei supprimierbaren Eluenten ist sie in der Regel um mindestens eine Zehnerpotenz geringer.

Die chemische Unterdrückung der Eigenleitfähigkeit ist nur bei sehr wenigen Eluenten möglich. Dies sind Lösungen von [4]:

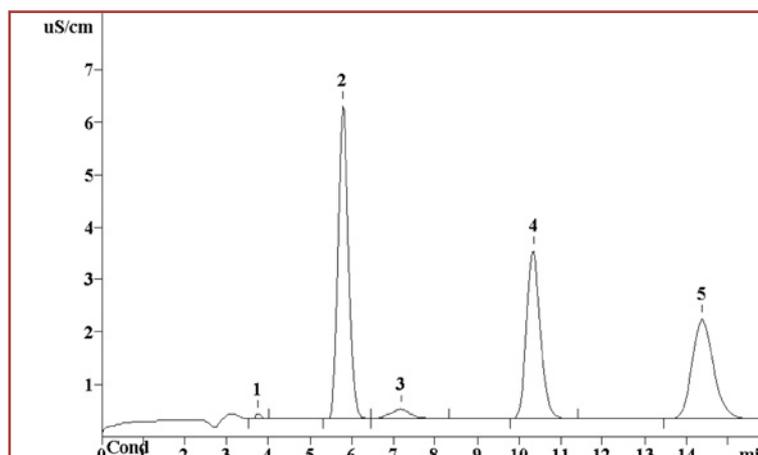
- Alkalihydroxiden
- Alkalicarbonaten und -hydrogencarbonaten
- Boraten (z.B. $B_4O_7^{2-}$)
- Aminosäuren

In der Praxis haben von den genannten Eluenten aber nur die Alkalihydroxide und die Carbonat-Puffer eine grössere Bedeutung, womit die Auswahl an potentiellen mobilen Phasen sehr beschränkt ist.

Das Hydroxidion ist ein extrem schwaches Elution, so dass auch bei niederkapazitiven Trennmaterialien bereits mit hohen Konzentrationen oberhalb von 50 mmol/L gearbeitet werden muss. Bei Anwendung sehr polarer funktioneller Gruppen kann die relative Elutionskraft des OH^- -Ions unter Ausnutzung der Hydroxid-Selektivität deutlich erhöht werden. Bei OH^- -Eluenten ist eine Manipulation von Retentionszeiten oder Selektivitäten nur über die Konzentration möglich.

Der Einsatz von Alkalicarbonaten und -hydrogencarbonaten ermöglicht wesentlich flexiblere Elutionssysteme. Beide Spezies, HCO_3^- und CO_3^{2-} , liegen nach der Suppression als Kohlensäure H_2CO_3 vor, die nur zu einem sehr geringen Anteil dissoziiert ist. Hydrogencarbonat besitzt eine noch geringere Elutionskraft als Hydroxid, während Carbonat einen relativ starken Eluenten darstellt. Beide Anionen werden üblicherweise zusammen verwendet, was zu einem Eluenten mit Pufferwirkung führt, dessen Elutionskraft sehr leicht über die Konzentrationen der beiden Komponenten und deren Konzentrationsverhältnis gesteuert werden kann. Aufgrund der Ladungen der Eluentenspezies lassen sich die Selektivitäten für mono- und multivalente Analyten sehr gezielt beeinflussen. Das Konzentrationsverhältnis beider Elutionen lässt sich zudem sehr genau über den pH -Wert einstellen, weshalb der sinnvolle pH -Bereich für HCO_3^-/CO_3^{2-} -Eluenten zwischen 8 und 11 liegt. Wie auch bei den OH^- -Eluenten kann die Elution durch Verwendung stationärer Phasen mit polaren funktionellen Gruppen beschleunigt werden.

Beide Elutionssysteme lassen sich bei oberflächenfunktionalisierten Anionenaustauschern mit



Das Chromatogramm von Leitungswasser aus Herisau, Schweiz, wurde mit einem Natriumcarbonat-/Natriumhydrogencarbonat-Eluenten, einem Fluss von 0,5 ml/min und einem Druck von 3 MPa aufgenommen. Die Leitfähigkeit nach chemischer Suppression betrug etwa $16 \mu S/cm$ und als Regeneriermittel diente Reinstwasser mit 50 mmol/l. Peak 1: 0,05 mg/l Fluorid, Peak 2: 6,5 mg/l Chlorid, Peak 3: Systempeak, Peak 4: 8,4 mg/l Nitrat, Peak 5: 14,4 mg/l Sulfat.

Erfolg nur dann anwenden, wenn entweder das Grundgerüst oder aber die funktionellen Gruppen eine hohe Polarität besitzen. Bei auf PS-DVB basierenden Trennsäulen werden für weiche Analyten

(Nitrat, Bromid) auch bei Anwendung polarer Funktionalitäten sehr schlechte Peaksymmetrien und lange Retentionszeiten beobachtet. Bei pellicularen Materialien treten diese Effekte nicht so stark hervor,

was ihre ausserordentlich grosse Verbreitung in der Suppressortechnik erklärt (mehr über mobile und stationäre Phasen erfahren Sie im nächsten Teil der Serie über Ionenanalytik).

Molekülverbände bestimmen das Erscheinungsbild Strukturen in Wasser, Eis und Schnee

Die ubiquitären H₂O-Moleküle haben viele Namen: Dampf, Wasser, Eis, Schnee, Hagel, Graupel, Rauheif usw. Eskimos und Alpenbewohner kennen allein für Schnee mehr als 20 verschiedene Ausdrücke. Die für unser Auge erkennbaren Unterschiede beruhen auf der Fähigkeit der polaren Wassermoleküle sich je nach Umweltbedingungen immer wieder anders zusammenzulagern.

Bei null Grad Celsius beträgt die Dichte von Eis 0,917 – die Dichte von Wasser dagegen 0,9998 Gramm pro Kubikzentimeter. Die Dichte von Eis ist demnach um rund acht Prozent geringer als die von Wasser. Da im Eis jedes Wasserstoffatom eines Wassermoleküls mit einem Sauerstoffatom eines benachbarten Wassermoleküls eine Wasserstoffbrückenbindung bildet, entsteht eine tetraedrische Anordnung der Sauerstoffatome. Aufgrund dieser Struktur weisen Eiskristalle relativ große Hohlräume auf, worauf die geringere Dichte von Eis zurückzuführen ist. Die größte Dichte zeigt Wasser bei vier Grad Celsius. Dann liegt teilweise eine Eis-Tetraederstruktur vor, in deren Hohlräume sich Wassermoleküle eingelagert.

Aufgrund zufälliger Molekülbewegungen sind auch in Wasser immer einige Anhäufungen (Cluster) von Wassermolekülen in geordneter Form vorhanden. Solche Strukturen zerfallen aber genauso schnell wieder wie sich bilden, innerhalb weniger Sekundenbruchteile. Mit steigender Temperatur bilden sich immer kurzlebiger, kleinere Cluster. Einzelmoleküle

ohne jegliche Clusterbildung konnten Wissenschaftler erst oberhalb von 375 Grad Celsius nachweisen.

Man kann Cluster bei niedrigen Temperaturen als Eiskristall-Embryonen auffassen. Zum Festwerden ist eine gewisse Mindestgröße der Kristallkeime notwendig. Bei minus fünf Grad Celsius müssen sich etwa 50 000 Wassermoleküle geordnet zusammenlagern, bevor ein Eiskristall-Embryo stabil ist und weiter wachsen kann. Bei minus 20 Grad Celsius müssen es immer noch einige hundert sein. Erst bei etwa minus 40 Grad Celsius ist weiteres Wachstum zu erwarten, denn hier reichen bereits Cluster von etwa 70 Molekülen als Keime aus. Dann ist eine homogene Eis-Nukleation möglich: Die Eis-Embryonen erhalten eine ausreichende Größe und können weiter wachsen. Fremde Kristallisationskeime im Wasser wirken stabilisierend und eine solche heterogene Nukleation setzt bereits bei höheren Temperaturen ein. Wie weit der Gefrierpunkt heraufgesetzt wird, hängt sehr stark von den Oberflächeneigenschaften der Kristallisationskeime ab.

Silberiodid beispielsweise kann den Gefrierpunkt auf minus sieben Grad Celsius heraufsetzen, was man zu Bewässerungszwecken nutzt. Gewitterflieger erzeugen in mit Feuchtigkeit übersättigter Luft mit Silberiodid Eiskeime, die zu Eiskristallen kondensieren, nach unten fallen, schmelzen und als Regen ankommen. Auch die Bildung großer Hagelkörner kann man so verhindern. Meteorologen konnten nachweisen, dass in jedem Hagelkorn und in jeder Schneeflo-

cke ein Fremdpartikel als Eiskeim fungiert.

Auch das Wasser aus den Schneekanonen in Skigebieten muss mit Nukleatoren (zum Beispiel Pseudomonas) versetzt werden, damit die Tröpfchen in der Luft gefrieren und nicht flüssig am Boden ankommen und dort durch den Aufprall zu Glatteis erstarren. Bestimmte Pflanzen, wie manche Bäume, können Temperaturen bis zu minus 30 Grad Celsius überstehen, ohne zu gefrieren. Sie nutzen zum einen die (relativ geringe) osmotische Gefrierpunktniedrigung und haben zusätzlich eine nukleatorgesteuerte Fähigkeit zur Unterkühlung.

Mindestens so vielfältig wie Nukleatoren sind die Ergebnisse der Nukleation, die Eiskristalle. Die Grundstruktur ist aufgrund der Kristallsymmetrie immer sechseckig, aber dann sind den entstehenden Formen keine Grenzen gesetzt. „In der ‚Weltgeschichte der Schneeflocke‘ fällt keine Form zweimal vom Himmel,“ erläutert Dr. Werner Schmitz vom Institut für Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaft der Universität Leipzig. „Zu vielfältig



Schon ein einfaches Mikroskop eröffnet dem Neugierigen die Zauber-Welt der Schneekristalle, wenn man es an Schneefalltagen mit vor die Tür nimmt und vor dem Einfangen der Flocken gut durchkühlen lässt (Foto: Bulmahn).

sind die Varianten, in denen sich die unterkühlten Wolkentröpfchen an ihren Gefrierkernen anlagern können.“ Je nach der in der Höhe vorherrschenden Temperatur bilden sich Nadeln, Plättchen, Säulen oder filigrane „Bäumchen“. Die entstehenden Einkristalle sind anfangs nur

einen Zehntel Millimeter groß. Doch irgendwann sind sie schwer genug, fallen und wachsen auf ihrem Weg nach unten durch die Luftfeuchtigkeit immer weiter an, bis die bekannte sechseckige Form für das bloße Auge sichtbar wird. Liegt die Lufttemperatur nahe am Gefrierpunkt, kleben die Kristalle

durch Wassertröpfchen aneinander – und avancieren zu Schneeflocken. Eigentlich ist Schnee nicht weiß, sondern durchsichtig. Nur weil die Masse der Eiskristalle (siehe Foto) wie eine Schicht aus Millionen Prismen funktioniert und demzufolge das Licht immer wieder zurückwirft, erstaltet es weiß.

Maren Bulmahn

Nachwachsende Rohstoffe, Teil 4: Stärke aus Mais und Kartoffeln

Material für Folien, Schnee und Reifen

Stärke zählt zu den Kohlehydraten und ist ein vielseitiges Material, das außer zu Nahrungszwecken auch in der Industrie Verwendung findet. Schon lange gibt es Tapetenkleber aus Stärke und seit neuestem stellt man auch umweltfreundliche Kunststoffe und künstlichen Schnee daraus her.

Stärke besteht aus Polysacchariden, wobei man zwei Arten unterscheidet: Amylose – aus einigen hundert Einheiten Glucose weitgehend linear und wasserlöslich aufgebaut – und Amylopektin, das einige tausend Einheiten verbindet, die stark verzweigt und in kaltem Wasser kaum mehr löslich sind. Beide Makromoleküle sind in einer Überstruktur, dem Stärkekorn, zusammengefasst. Die Gewinnung von Stärke erfolgt grosstechnisch durch Quellen, Reinigen und Zerkleinern der Stärkekörner, wonach man die Stärke durch Zentrifugieren abtrennen kann. In Deutschland produziert man beispielsweise jährlich etwa 600 000 Tonnen Kartoffelstärke aus drei Millionen Tonnen Kartoffeln. Maiskörner bestehen durchschnittlich zu 60 Prozent aus Stärke, die ebenso industriell verarbeitet wird. Bei der Weiterverarbeitung verwendet man gewöhnlich eine modifizierte beziehungsweise derivatisierte Stärke.

Kompostierbare Kunststoffbehälter aus Polymilchsäure (Polyactic

Acid, PLA) auf der Basis von Maisstärke nutzte man bereits während der letzten Winterolympiade in Salt Lake City. Nach DIN gilt ein Kunststoff als kompostierbar, wenn er sich innerhalb von 100 Tagen durch Einwirken von Bakterien, Pilzen, Algen oder Licht in seine Ausgangsstoffe – Kohlendioxid, Wasser und Biomasse – zersetzt: Eine Bedingung, die dieses thermoplastische, durchsichtige und glänzende Material erfüllt. Derzeit werden in Deutschland jährlich rund 3,7 Millionen Tonnen Kunststoffe für Verpackungen verwendet. Bis zum Jahr 2010 könnten laut der Agentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. bis zu 10 Prozent aller Leichtverpackungen aus biologisch abbaubaren Werkstoffen bestehen.

Man kann auch versuchen, sich eine Stärke-Folie selber herzustellen. Dazu kocht man Stärke mit Wasser und etwas Glycerinlösung abgedeckt unter gelegentlichem Umrühren etwa eine Viertelstunde lang. Die Mischung muß eine zähflüssige Konsistenz haben und kann dann auf eine Plexiglasplatte oder eine Polyethylenoberfläche gegossen werden. Auf Glas würde die nach dem Erkalten entstehende Folie zu sehr kleben. Nach ein bis zwei Tagen kann man die Folie abziehen.

Forscher vom Fraunhofer-Institut haben jetzt eine neue Sorte von künstlichem Schnee erfunden. Statt Schnipseln aus nicht verrottbarem Polyethylen nahmen

sie umweltfreundliche Flocken aus Kartoffel- und Maisstärke, die sich nach Gebrauch auflösen. Das täuschend echt wirkende Produkt muss später nicht zusammengekehrt oder aufgesaugt werden – ein Regenguss genügt und es löst sich auf. Die Stärkeflocken eignen sich jedoch ebenso gut für die Schaufenster von Kaufhäusern. Die Dekorateure müssen ihre Gegenstände nur ein wenig anfeuchten und mit dem Kartoffelschnee bestreuen. Weil die Flocken einen Stärke-Wasser-Kleber freisetzen, können sie sogar Schneemänner bauen oder Eiszapfen modellieren. Etwas mehr Wasser und die Flocken lösen sich auf.

Auflösen soll sich die Stärke nicht, wenn sie als Füllstoff für Autoreifen dient. In Reifen sind traditionelle Füllstoffe Kreide und Ruß, der den Reifen neben verbesserten Fahreigenschaften auch die schwarze Farbe verleiht. Kaolinit erhöht beispielsweise die Abriebfestigkeit der Reifen. Mit Materialien, die Stärke enthalten, lassen sich bestimmte Eigenschaften der Gummimischung ebenso optimieren wie mit den bisherigen Füllstoffen. Solche Reifen sind bereits mit Erfolg im Einsatz.

Maren Bulmahn

Lösungen zu Seite M8:

1 a, c, d; 2 b, c; 3 c, d, e;
4 c; 5 a, c; 6 a; 7 a, c, d;
8 a, d; 9 b, c; 10 b, d; 11 c.

„Wieviel ist 30 geteilt durch ein halb?“

Mangelhafte Mathematik-Kenntnisse in Schule und Studium nach Pisa erneut bestätigt

Nordrhein-Westfalens FH-Mathematikprofessoren sehen ihre schlimmsten Befürchtungen bestätigt und schlagen Alarm: Die Mathe-Kenntnisse von Studienanfängern im bevölkerungsreichsten deutschen Bundesland sind außerordentlich schwach. In Niedersachsen gibt es jetzt neue Rahmenrichtlinien für das Fach Mathematik an Integrierten Gesamtschulen. Ob die Neuerungen auch Erfolge bringen, wird eine begleitende Pilotstudie zeigen.

Der Arbeitskreis Ingenieurmathematik der Fachhochschulen in NRW hat bei der Auswertung eines flächendeckenden Eingangstests zum Beginn des Wintersemesters 2002/03 die katastrophalen Mathematik-Kenntnisse der Erstsemester festgestellt. Der Test wurde auf Eigeninitiative des Arbeitskreises entwickelt, um die verbreiteten Klagen über abnehmende Vorkenntnisse der Studienanfänger durch handfeste Zahlen belegen oder widerlegen zu können. Die Mathematikprofessoren hätten sich gewünscht, dass mindestens sechs der zehn Testaufgaben richtig gelöst würden, dieses Niveau erreichten aber nur 25 Prozent der Teilnehmer. Der Test wurde in diesem Herbst von 32 Mathematik-Dozenten an elf Fachhochschulen des Landes durchgeführt. Insgesamt wurden 2871 Studienanfänger getestet.

Erstsemester sind landesweit gleich schlecht

Die Auswertung des Tests zeigte landesweit gleich schlechte Werte. Es gab, berichtete Prof. Dr. Michael Knorrenschild, Vorstandsmitglied des Arbeitskreises und Professor an der FH Bochum, keine „Ausreißer“ nach oben oder unten. Regionale oder gar

fachhochschulspezifische Unterschiede sind nicht erkennbar. Auch zwischen Studienanfängern mit Fachhochschulreife und denen mit Abitur mit Grundkurs Mathematik hat sich kein nennenswerter Leistungsunterschied ergeben. Einziger – schwacher – Lichtblick: Studienanfänger, die Abitur mit Leistungskurs Mathematik als Vorbildung mitbringen, schneiden mit fünf bis sieben richtig gelösten Aufgaben weit besser ab als die Übrigen.

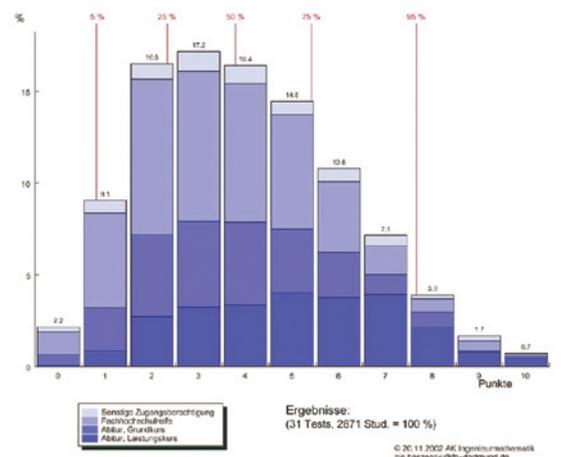
Der Test bestand aus zehn Aufgaben und prüfte mathematische Grundfertigkeiten, die im Mathematikunterricht der Schule bis einschließlich der Klasse 10 erworben werden müssen. Dazu zählen Auflösen von Gleichungen, Rechnen mit Wurzeln, Potenzen, Logarithmen, einfache lineare Gleichungssysteme, Grundkenntnisse über Graphen von Funktionen und elementare Geometrie.

Logisch denken statt Rechenverfahren pauken

Martin Winter, Professor für Didaktik der Mathematik an der Hochschule Vechta, hat bei der Entwicklung neuer Rahmenrichtlinien für das Fach Mathematik an Integrierten Gesamtschulen in Niedersachsen mitgewirkt, deren Umsetzung er jetzt auch wissenschaftlich begleitet.

Worum geht es bei den neuen Konzepten für den Mathematikunterricht? Professor Winter verweist auf eine Anekdote, die in Fachkreisen verbreitet ist. Danach lautete eine Quizfrage in einer Fernseh-Show: „Wie viel ist 30 geteilt durch ein halb?“ Der Quizmaster präsentierte die Auflösung mit den Worten: „Es ist 60 – aber fragen Sie mich nicht warum.“ Doch genau auf dieses Warum kommt es an. Martin Winter: „Wenn man nicht nach

Arbeitskreis Ingenieurmathematik NRW
Eingangstest WS 2002/03



Der Test des Arbeitskreises Ingenieurmathematik bestand aus zehn Aufgaben. Jede richtig gelöste Aufgabe erhielt einen Punkt, falsche oder Teil-Lösungen wurden mit null Punkten bewertet.

einem Rechenverfahren sucht, sondert überlegt, wie viele Halbe in 30 Ganze passen, dürfte das Ergebnis keine Überraschung sein.“ Wer solche Prinzipien parat hat, ist vor mathematischen Ausrutschern relativ sicher.

Unterstützungssystem für Lehrer zum Nutzen der Schüler

Kernpunkt der gar nicht so neuen didaktischen Forderungen ist denn auch, wie Winter es nennt, eine „verstehensorientierte“ Unterrichtspraxis. Wenn Schüler etwas durchschaut haben, fällt es ihnen leichter, die passenden mathematischen Formeln anzuwenden. Zur Umsetzung der neuen Rahmenrichtlinien, die voraussichtlich ab dem nächsten Schuljahr gelten, ist ein Unterstützungssystem geplant. Dabei handelt es sich vor allem um eine kollegiale Beratung der Mathematiklehrer an den Schulen. Im Rahmen eines Pilotprojekts werden schon in Kürze erste Schulen von diesem neuen

Vom Nutzen der Mathematik

Professor Alan McIntosh, von der Australian National University (ANU) in Canberra, erhielt jetzt für die Lösung eines 40 Jahre alten mathematischen Rätsels die 2002 Moyal Medal for Excellence in Mathematics, Physics and Statistics. Nachdem das „Kato Problem“ die Wissenschaftswelt über vier Jahrzehnte vor ein Rätsel stellte, brachte dessen Lösung durch McIntosh neue Erkenntnisse bei der Übertragung von Radiowellen unter verschiedenen Bedingungen. Eines der Hauptforschungsgebiete von McIntosh ist die harmonische Analysis. Laut McIntosh ist dieser Bereich in der Öffentlichkeit kaum bekannt, der Nutzen, der aus diesen Forschungen hervorgeht, wird aber von den meisten sehr wohl wahrgenommen.

„Mathematikwissenschaftler haben beispielsweise eine neue Wavelet Theorie entwickelt, um Audio- und Bildsignale besser darstellen zu können. Die Technologie, die auf der Wavelet Theorie basiert, wird vom FBI verwendet, um Fingerabdrücke zu speichern und hat die Auflösung von Computertomographien und Radarsystemen erheblich verbessert.“ Für McIntosh ist es wichtig, dass die Öffentlichkeit den Nutzen mathematischer Forschungsarbeit anerkennt, denn bedeutende Anwendungen können auf der Lösung komplizierter mathematischer Probleme basieren. „Als Maxwell die Gleichung für Elektromagnetismus erarbeitete, konnte niemand wissen, dass dies einmal zu Radio, Fernsehen und Mobiltelefonen führen würde. Physiker, die im frühen 20. Jahrhundert neue Konzepte der Quantentheorie entwickelten, konnten nicht wissen, dass dies in Lasern und CD-Spielern resultieren würde.“

Angebot des Kultusministeriums Gebrauch machen können. Professor Winter, der selbst fast 20 Jahre Mathematik an einem Gymnasium unterrichtet hat, wird dieses Pilotprojekt wissenschaftlich begleiten. Ihn interessieren die Meinungen der Lehrer zu den neuen Lehrplänen und die Effektivität der Fortbildungen. In einem weiteren Schritt untersucht Winter die Auswirkungen auf den Unterricht. Sind die Schüler jetzt motivierter? Und bringen sie auch bessere Leistungen? Schon während der wissenschaftlichen Begleitung will Martin Winter Zwischenergebnisse weitergeben, um den Reformprozess kontinuierlich verbessern zu helfen. MB

Fragen zu Grundlagen der Chemie

(mehrere richtige Antworten sind möglich)

- | | | |
|--|--|--|
| <p>1 Was ist eine typische Eigenschaft vieler Metalle?</p> <p>a Elektrische Leitfähigkeit</p> <p>b Wasserlöslichkeit</p> <p>c Wärmeleitfähigkeit</p> <p>d Oberflächenglanz</p> | <p>b $Cu + Sn$</p> <p>c $Cu + Zn$</p> <p>d $Ag + Cu$</p> | <p>e Iod</p> |
| <p>2 Welches kleinste Teilchen liegt in Kristall-Gittern von Metallen vor?</p> <p>a Anionen</p> <p>b Elektronen</p> <p>c Kationen</p> <p>d Photonen</p> | <p>5 Welches Metall tritt mit den Oxidationszahlen +I und +III auf?</p> <p>a Tl</p> <p>b Cu</p> <p>c Au</p> <p>d Hg</p> <p>e Fe</p> <p>f Co</p> | <p>8 Welches Metalloxid ist weiß?</p> <p>a Zinkoxid</p> <p>b Bleioxid</p> <p>c Cobaltoxid</p> <p>d Magnesiumoxid</p> |
| <p>3 Welches Metall hat in der elektrochemischen Spannungsreihe ein Standardpotential größer Null?</p> <p>a Ba</p> <p>b Al</p> <p>c Cu</p> <p>d Hg</p> <p>e Au</p> | <p>6 Zu welcher Gruppe gehören die reaktionsfähigsten Metalle?</p> <p>a Alkalimetalle</p> <p>b Erdalkalimetalle</p> <p>c Schwermetalle</p> <p>d Leichtmetalle</p> <p>e Edelmetalle</p> | <p>9 Welches Metall hat einen eher niedrigen Schmelzpunkt?</p> <p>a Wolfram</p> <p>b Blei</p> <p>c Zinn</p> <p>d Eisen</p> |
| <p>4 Welche Bestandteile (als Hauptbestandteil+Legierungszusatz) enthält die Legierung Messing?</p> <p>a Al + Cu</p> | <p>7 Welches Element zählt man im allgemeinen zu den Halbmetallen?</p> <p>a Bor</p> <p>b Quecksilber</p> <p>c Germanium</p> <p>d Antimon</p> | <p>10 Die meisten Metalle sind gräulich gefärbt. Welches erscheint eher gelb bis rötlich?</p> <p>a Eisen</p> <p>b Kupfer</p> <p>c Silber</p> <p>d Gold</p> <p>e Platin</p> |
| | | <p>11 Welches Metall weist die höchste Dichte auf?</p> <p>a Wolfram</p> <p>b Blei</p> <p>c Iridium</p> <p>d Platin</p> |

Hyperakkumulatoren	453	Kaninchenproblem	260	und Konservierung von –	327
Hyperkeratosen	230	Kapillarmembranen; Keramische –	215	Lebensmittelanalyse	468
ICP-Emissionsspektrometrie	216	Karotine	M84	Lebensmittelmonitoring 2000	304
ICP-Massenspektrometrie	268	Karten; Diagnostische –	127	Lebenswissenschaften im Dialog (Literatur)	274
Identifikation genetischer Unterschiede	194	Katalysatoren mit Metallocenen	M39	.....	274
Implantate; Kurzzeit- – aus Siliconen ..	129	Katalysatorsysteme	352	Leerproben	10
Informationen; LIMS zur		Katalysatorträger; Mikrostrukturierter –	341	Lehrprogramm Brennstoffzellen	389
Zentralisierung von –	391	Katalyse mit Ecken und Kanten	352	Leitende Silicone; Elektrisch –	134
InfoZoom (Software)	106	Katalysegeschwindigkeit	467	Leitfähige Polymere	16
Infrarotsender Beacon	67	Kathodenstrahlen	328	Leitgene; Pflanzliche –	25
Infrarotspektrometer	231	Keramische Membranen	31	Leuchtbakterien	231
Inhärente Sicherheit	385	Kernenergie-Anteil bei der Stromerzeugung		Leucin	M18
InnoNet-Ideenwettbewerb	207	.....	73	Lichtalterung	8
Inokulieren	M1, M4	Kettenabbruchverfahren	100	Lichtmikroskopie	180
Insektenordnung; Neue –	123	Kettenreaktionen; Reale –	263	Liebig; Justus	448
In-situ-Mikroskopie	115	Kieselsäure-Nanopartikel	32	LifeCom 2002	102
Institut für Spektrochemie und		Knochenätschliffe	345	Limiting Oxygen Index	368
angewandte Spektroskopie (ISAS) ..	348	Knochenfunde	342	Limonoide	56
Instrumente; Weltmarkt der analytischen –		Knowledge-Browser (Software)	106	LIMS; US-Markt für –	391
.....	188	Kohlendioxid-Emission in Deutschland	303	Lineare Kalibration	45
Instrumentelle Analytik (Literatur)	29	Kohlendioxid-Emissionen	472	Lineare Kalibrationsfunktionen	9
Insulin; Freisetzung von - im Körper	74	Kohlendioxid-Konzentration in der		Linolsäure	M61
Integrated Target Definition (ITD)	125	Atmosphäre	73	Lip Lac (Genuss Drink)	306
Integrierte Entwicklung	385	Kohlenhydrate	M34, M59	Lipide(n); Quantitative Analyse von –	M49
Inter-Element-Korrektur	219	Kohlenstoffbilanzen der Ökosysteme ..	190	Lipidklassen;	M49
Interferenzoptiken	229	Kohlenstoffnanoröhren	461	Löslichkeitsmembran	212
Internationalisierung	310	Kohlenstoff-Transistoren	273	Lösungs-Diffusions-Modell	212
Internet hat die kritische		Kohlenwasserstoffe; Halogenierte – ..	M38	Lösungswärme	17
Masse überschritten	30	Kokain	M95	Lotusblätter(n); Mikrostruktur von – ..	266
Intranet-Portale	365	Kollodium	M65	Lotuseffekt	31
Iod als Gefahrstoff	94	Kolloidwissenschaft (Literatur)	234	Low Temperature vulcanization	89
Iod-Extraktion mit Benzin	97	Kolonien durch Gramfärbung		LSD	M95
Iodid-Oxidation mit Chlor	97	auf Reinheit prüfen	M13	Ludwigshafen; Erste Standortanalyse in –	71
Iod-Recycling	94	Kondensationskernzähler	418	Lysin	M18
Ionenausschluss	M90	Kondensationsreaktionen	87	Magic-angle-spinning-Technik (MAS) ..	468
Ionenaustausch	M89	Konjunktur in Deutschland	33	Magnesium-Sondermüll	190
Ionenaustausch von Polyiodiden	97	Korrelationskoeffizient	10	Magnesiumtechnologie	M88
Ionenbildungseffizienz	413	Korund	48	Makromere(n); CD zu –	434
Ionenchromatographie	188	Kosmische Strahlung	411	MAK-Werte	M60, M82
Ionenfallen	171	Krabbenschalen	M70	MALDI	6
Ionenpaarbildung	M90	Kraftwerke; Virtuelle – aus vielen		MALDI-TOF-Massenspektrometer	432
Ionisation für die Massenspektrometrie		Brennstoffzellen	270	MALDI-TOF-TOF	415
.....	412	Krankheiten; Diagnose von –	101	Maltose-Konzentration direkt in der Zelle	
Ionisation; Chemische –	412	Kratzfester Autolack	192	messen	273
Ionomere; Perfluorierte –	249	Krebsbekämpfung; Wirkstoffe gegen – ..	165	Management; Netzwerk- – Ost	225
Ionomermembranen; Gepropfte –	249	Kristalle; Photonische –	424	Mandel; Test nach –	45
Ionomernetzwerke	250	Kryo-Rasterelektronenmikroskopie	179	Maritime Harmonie	52
IR-Methode erkennt Fleischverderb in		Kulturwissenschaft Chemie	59	Markenpiraterie	387
Sekunden	271	Kunststoff; Schwarzer –		Markergene	27
Irrtumswahrscheinlichkeit	11	bindet Umweltgifte	386	Markieren mit Biomolekülen	387
ISAS	348	Kunststoffe	59	MAS-NMR-Technik	293
Isoelektrischer Punkt;	M17	Kunststoffe; Hochleistungs- –	308	Masse-/Ladungsverhältnis	412
Isoleucin	M19	Kunststoffe; Kompostierbare –	222	Massensensitive Sensoren	16
Isolierende Silicone	134	Kunststoffrecycling; Preis für –	167	Massenspektrometer	168
Isopren	4	Lab on Chip	151	Massenspektrometrie	6, 412
Isoprenoide	56	Laborleiter; Praxishandbuch – (Literatur) ..		Massenspektrometrie in	
Isotaktisches Polypropylen	M39	.....	107	der Präventivmedizin	428
Jugend forscht	221	Labortipps	M5, M15	Massenspektroskopie	178
Jugend forscht 2003	327	Lachgas	103	Master-Programme	305
Kaffeearoma	M87	Ladung; Übertragung von elektrischer –		Mastix	4
Kalibration; Gewichtete –	90	in wässrigen Basen	243	Mathematik; Technische –	
Kalibration; Inverse –	90	LA-ICP-MS	49	für Laborberufe	314
Kalibration; Klassische –	90	Landbau; Ökologischer –	303	Mathematische Bionik	260
Kalibration; Multivariate –	92	Landwirtschaft; Effizientere –	61	Matrix Assisted Laser Desorption/Ionisation	
Kalibration; Orthogonale –	90	Laser Ablation-Inductively Coupled		.....	6
Kalibration; Robuste –	92	Plasma-Mass Spectrometry	49	Matrixanpassung; Rechnerische –	217
Kalibrationen	44	Laser in aller Munde (Tagungsbericht) ..	149	Matrix-Assisted Laser-Desorption	
Kalibrationsfunktion mit Maximum	44	Laser in Analysis, quo vadis?	268	Ionisation (MALDI)	414
Kalibrationsfunktionen; Lineare –	9	Laser in der Metallanalytik	268	MEE	389
Kalibrierlaboratorium	301	Laser-Ablation	470	Meeresschnecken; Proportionen an – ...	53
Kältestress bei Pflanzen	63	Laser-Massenspektrometer	49	Mehrkomponenten-Kalibration	92
Kaltreiniger	M38	Lebensmittel; Bionische –	306	Mehrphotonenspektroskopie	299
Kampfer	M65	Lebensmittel mit		Melasse	M87
		gesundheitsfördernder Wirkung	306	Meliantriol	56
		Lebensmittel(n); Optimale Sicherheit		Membran; Protonenleitende –	248

Membranen; Biologische –	209	Mykotoxine in Lebensmitteln	304	Ökotoxine in Lebensmitteln	304
Membranen; Keramische –	31, 214	Nachvernetzung	88	Oleum	444
Membranen; Mikroverstärkte –	249	Nachweisgrenze	9, 44	Olfaktometrische Qualitätskontrolle	15
Membranen; Synthetische –	208	Nahfeldmikroskop	393	Ölnachfrage	390
Membranproteine	468	Nahfeld-optische Analyse (NOA)	393	Omega-3-Fettsäuren	124
Membran-Verfahren	303	Nahrungsmittel geringer belastet	223	Online-Karrierenetzwerk	205
Mergers	310	Nahrungsmittelzusatzstoffe	124	Opal	425
Mesopause	417	Namensreaktionen; Organische –		Opiatrezeptoren	M95
Mesoskopische Methoden	181	(Literatur)	234	Optische Nahfeld-Mikroskopie	393
Mesosphäre	417	Nanobioanalytik	265	Optische Sensoren	18
Messumwandler	16	Nanobots	264	Ordinatenabschnitt	91
Messung des bakteriellen Verderbs in		Nanodrähte	464	Organische Namensreaktionen (Literatur)	
Fleisch	272	Nano-Igel	192	.....	234
Metalocene(n); Katalysatoren mit – ..	M39	Nanolupe	392	Organismen; Filtrierende –.....	M41
Metallothioneine	M41	Nanomotor	115	Organofunktionelle Silane	86
Metalloxid-Sensoren	16	Nanooptik	227	Organohalogensilane	84
Methanosarcina (Mikroorganismus)	307	Nanopartikel(n); Transparenz von –	192	Orientierungssinn; Magnetischem –	
Methionin	M19	Nanopartikel; Kieselsäure- –	32	auf der Spur	363
Methylchlorosilane	85	Nanopositioniermaschinen	226	Östradiol	22
Methylenblau-Sulfid-Sauerstoff-Oszillator		Nano-Röhrchen und -Drähte	273	Östrogen aktive Substanzen	
.....	74	Nanoröhrchen-Arrays aus Polystyrol	273	anthropogener Herkunft	20
Methyleugenol	M78	Nanoröhren	461	Ozean-Sequestrierung von	
Methylglukamin-Kartell	445	Nanoskop	393	Kohlenstoffdioxid	270
Methylmethacrylat	300	Nanospalten	309	Paläopathologie	342
Microtubules	469	Nanostrukturen sind allgegenwärtig	226	Paliocolor	427
Microwave Synthesis (Literatur)	M63	Nanotechnologie; Angewandte –	284	Palmitinsäure	M61
Miesmuscheln unter Stress	M41	Nanotechnologieforschung	274	Papierindustrie; Abwässer der –	230
Mikrobrennstoffzelle	341	Nanoworld (VDI)	115	Papiermaché	336
Mikrocoulometrische Titration	370	Nanozange	227	Papierspaltverfahren	352
Mikroemulgator	340	Natrium-Dispersionen	M56	Paracelsus	59
Mikro-Fluidaktor-Technik	267	Naturharze	4	Particulate organic matter	137
Mikrofluidik-Methoden	347	Naturwissenschaften		Partikelanalyse	364
Mikrofotografie	287	Bildung fördern	59	Patentrecht	30
Mikroglas	341	NaT-Working	287	Pauling, Linus	M9
Mikroliterspitzen für die Welt	244	Nautilus	54	PCR; Echtzeit- –	110
Mikromischer	340	Nematische Phase	426	PEM-Brennstoffzelle	389
Mikroreaktionstechnik	152, 340	Netze als Instrumente der E-Science	70	Pentachlorphenol	231
Mikroskope zur Beobachtung lebender		Neugeborenencreening	M87	Periplasmic binding proteins, PBPs	273
Zellen	164	Neurodermitis	165	Permeabilisierende Analyte	146
Mikroskopie; In-situ –	114	Neutronenstreuung	179	Permeation von Gasen und Flüssigkeiten	
Mikroskopie; Multiquanten –	469	Neuwagengeruch	136	durch Folien	179
Mikroskopie; Wettbewerb für –	167	Nicht lineare Kalibration	44	Peroxidische Quervernetzung	88
Mikrowellen in der Chemie	M62	Nichthydrolytische		Persistenz	383
Milch; Fettgehalt in der – bestimmen .	193	Kondensationsreaktionen	87	Pflanzen graben nach Gold	456
Miniaturisierung analytischer Verfahren ...		Nichtleitende Polymere	16	Pflanzen mit vergrößerten Wurzeln	62
.....	348	Niembaum	55	Pflanzen; Gentechnisch veränderte – ..	452
Möbel aus Papiermaché	336	Niemöl	57	Pflanzenbiotechnologie	24, 61
Möbiusbänder	283	Niempresskuchen	58	Pflanzenschutzmittel in Lebensmitteln	304
Modifizier	178	Nimbidin	56	Pharmaentwicklung; Schnellere –	284
Modulare Sensorsysteme	19	Nimbin	56	Pharma-Industrie	310
Molecular Bioanalytics 2002; Preis – ..	189	Niobselektidkristalle	283	Pharmastandort Deutschland	390
Molecular Modeling	181	Nitrat in Lebensmitteln	304	Phasen von Säulenmaterialien	
Molekül, das im Kontakt mit Blei leuchtet		Nitrioltriacetat (NTA)	453	in der HPLC	64
.....	272	Nitroglycerin	M68	Phasen; Probenahme von flüssigen – ...	296
Molekulare Photographie	443	NMR-Relaxationsspektroskopie	178	Phaseninversionsverfahren	
Molekularstrahlen	352	NMR-Spektroskopie	288, 308	für Membranen	213
Molekularstrahlepitaxie	34	NMR-Spektroskopie;		Phenylalanin	M19
Moleküle im interstellaren Raum	410	Mehrdimensionale –	289	Phonon-verstärkte	
Molekül-Scheinwerfer	115	NMR-Titration	292	Nahfeldwechselwirkung	393
Molekül-Spione	114	Nonylphenoethoxylate	20, 384	Phosphatidylcholin	M50
Monodisperse Dispersionen	425	NO-Sensor	103	Phosphatidylserin	M50
Monoterpene	56	NO-Synthase	103	Phosphatydilethanolamin	M50
Montmorillonit	454	Nucleolin	421	Phosphatydilinositol	M50
Moore(n); Wachsen von –	173	Nukleinsäure-Testverfahren	110	Phospholipide	M49
Morphin	M95	Number Up	224	Phosphor;	
MS	6	Nutzen-Risiko-Dialog	385	Signalfarbe Rot für roten –	M73
MS-on-a-Chip	168	Ofenpyrolysatoren	M26	Phosphorwasserstoffe	M73
Müller-Rochow-Synthese	84	OH-Defekte(n); Wanderung von –		Photoelektronenspektren	411
Multikomponenten-Spektren-Fitting ...	217	in Wasser	243	Photometrische	
Multiple-Choice-Aufgaben im Netz	257	Ökobilanz	385	Ammoniakbestimmung	147
Multiple-Choice-Fragen	M16	Ökoeffizienz	385	Photonen-Prozesse; Zwei- –	299
Multiplexing	100	Ökosysteme; Kohlenstoffbilanzen der –		Photonische Faserkristalle	427
Multivariate Regressionstechniken	216	.....	190	Photonische Kristalle	424
Muskel; Chemischer – aus Gel	74			Photosynthese	M84
Mutagene Wirkung	M60			Photovoltaik	303
Mutagenese; Gerichtete –	467				

Phthalsäureester	M66	Proportionalzähler	331	Rohglycerin	M68
Phthalsäure-n-dibutylester	21	Prostatakrebs	428	Rohöl; Kostet –	
pH-Wellen in einer Gelschicht	74	Proteinchips	226	bald wieder 40 Dollar pro Barrel? ...	390
Physikalische Chemie	69	Proteine in Bewegung	291	Röntgenfluoreszenz	49
Physikalisches Grundpraktikum (Literatur)		Proteine; Fluoreszente –	429	Röntgenfluoreszenzspektrometrie	149
.....	69	Proteinen auf der Spur	288	Röntgenfluoreszenzspektrometrie;	
Phytosanierung	452	Proteinstrukturfabrik	151	Energiedispersive –	328
Piezoelektrische Sensoren	16	Protein-Transportsystem	388	Röntgenoptiken	229
Piezoelektrischer Effekt	16	Proteomanalyse	226	Röntgenstrahlen; Fokussierung von – ..	330
Pistazienöl	4	Proteomanalytik	308	Röntgenstreuung	179
Plasma-Desorptionsmethode	412	Proteomik	432	Röntgenstrukturanalyse	288
Plasma-Spektrochemie;		Protonenleitende Membranen;		R-Sätze	M81
Forschungspreis für –	167	Teilfluorierte –	249	Rundungsintervall	381
Plausibilitätskontrolle	219	Prüflaboratorium	301	Runkelrübe	M86
Plopp-Effekt	266	Prüflaboratorien; Deutscher			
Pneumologie	367	Verband Unabhängiger – (VUP)	432	Saccharose	M35
Polarisation;		Puffer in der HPLC	64	Saccharose aus der Zuckerrübe	M86
Untergrundreduzierung mittels – ...	335	Pyrolyse von Kunststoffen	M25	Salannin	56
Pollutants; Persistent Organic –	384	Pyrolyse; Analytische –	M25	Salpetersäuredihydrat; Wolken aus – ..	420
Polyacrylamid-Gel; Transparentes –	74	Pyrolyse-Gaschromatographie-		Salze(n); Löslichkeit von –	262
Polyaddition	434	Massenspektrometrie	M25	Salztoleranz bei Pflanzen	62
Polyamid 12	32	Pyrosequenzierung	99	Sanfte Laser-Desorption	414
Polybenzimidazol (PBI)	205	Pyrolysin, die 22. Aminosäure	307	Saphire	48
Polybutylacrylat	425	QTOF-Massenspektrometer	432	Sartorius-Konzern	324
Polyelektrolyte	309	Quadrupolmassenspektrometer	169	Sauerstoffradikale	227
Polyester	434	Qualitätsmanagement-Handbuch	379	Scale Up	224
Polyetherpolyole	M87	Qualitätsprüfung von		Scanning Near-field Optical Microscopy	
Polykondensation	434	Kunststoffformteilen	195	(SNOM)	393
Polymer/Mineralsäure		Qualitätssicherungsmaßnahmen	377	Schadstoffe in Innenräumen	136
Compositemembranen	250	Quartz Micro-Balance	16	Schadstoffe; Organische –	383
Polymerblends	178	Quecksilber	M92	Schaumstabilisierende Eigenschaft von	
Polymerdispersionen auf PET-Basis	222	Quervernetzung; Peroxidische –	88	Siliconen	131
Polymere; Antimikrobielle –	31	Radioisotopenquellen	329	Schichten; Dünne –	
Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle	248	Raster-Elektronenmikroskop	343	in Nanodimensionen	309
Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle		Rasterkraftmikroskop	265	Schießpulver	M69
.....	389	Rastersondenmikroskop	393	Schnecke; Fibonacci –	261
Polymerisationen	87	Reaktionen; Feinstruktur		Schnecken	53
Polymerisationskunststoffe	434	bestimmt Verlauf von –	352	Schnitt; Goldener –	52
Polymerphysik	178	Realplayer	257	Schrägagarröhrchen	M2
Polymerschmelzen	308	Recycling von Abfallschwefelsäure	307	Schüler; Hochbegabte –	104
Polymersensoren	16	Recycling von Iod	94	Schülerwettbewerb Lernsoftware	28
Polynomiale Kalibration	12, 47	Red Bull (Energy Drink)	306	Schuppenflechte	165
Polyphenylenether	181	Referenzmaterialien	377	Schwarzpulver	M69
Polyphenylsulfid (PPS)	205	Regression; Lineare –	9	Schwefelanalysator	371
Polypropylen	180	Regression; Orthogonale –	91	Schwefelgehalt(es);	
Polypropylen;		Regressionstechniken; Multivariate – ..	216	Coulometrische Bestimmung des – ..	368
Mit Kohlenstoff vernetztes –	386	Reichweite eines chemischen Produktes....		Schwefelsäure-Herstellung	444
Polysiloxane	86	.....	383	Schwefelsäure-Recycling	307
Polyurethanschäume	M87	Reinigungsmittel	M38	Schwermetallbindendes Protein	M41
Polyvinylamin (PVAm)	309	Relaxationsprozesse	300	Schwermetalle in Lebensmitteln	304
Polyvinylchlorid;		Rent-A-Prof	182	Schwingquarze	265
Thermisch behandeltes –	368	Resene	4	Science in the E-frame	30
POM	137	Resistenzaktivierung im Getreide	62	Sec-System	388
Poppypropylen; Isotaktisches –	M39	Resonanzspektroskopie;		Sedimentschichten von Seen	173
Porenmembranen	208	Kernmagnetische –	308	Seesterne	53
Praktikumsversuche für Schüler	60	Restaurierung alter Gemälde	4	Sektorfeldmassenspektrometer	172
Prallstrahl-Mikromischer	340	Reststandardabweichung	10, 91	Sekundärtargets;	
Praxishandbuch Laborleiter (Literatur) .	107	Retikulum; Endoplasmatisches –	403	Untergrundreduzierung mittels	34
Pretty Good Privacy (PGP)	70	Retina-Nervenzellen	469	Selektivitätshexagone in der HPLC	66
Primärenergieverbrauch		Rezeptoren in der menschlichen Nase ..	15	Selen im Boden	452
in Deutschland	73	Rezeptorproteine	291	Semiconductors	34
Primärstrahlfilter	334	RFA; Online- –	149	Semivolatile organic compounds	137
Primer(n); Konstruktion von –	M46	Ribosomen	403	Seneszenz	M84
Prionen	288	Richtigkeit von		Senf; Indischer –	455
Probenahme	294	Untersuchungsergebnissen	377	Sensor; Elektrochemischer –	186
Probenaufbereitung	294	Ricin	M61	Sensorische Eigenschaften	
Probenportion	294	Ricinsäure	M61	von Produkten	387
Probenvorbereitung	294	Ringprobe	105	Sequenzanalyse	101
Probiotika-Drinks	306	Risikoabschätzung	384	Serin	M18
Produkte; Bewertung chemischer –	383	Risikoanalyse	385	Service-Preis; Deutscher –	207
Produktionsverfahren; Kontinuierliche –	341	Risiko-Nutzen-Dialog	385	SGL Carbon	430
Prognoseintervall	10, 45, 91	RNA-Interferenz	445	Sicherheit; Inhärente –	385
Prolin	M18	Roboter; Humanoide –	264	Sicherheitssschranke; EU-Norm für – ..	M64
Prominent Dosiertechnik GmbH	311	Roche	313	Sicherheitszeichen; Neue – ab April ..	M40
Promotoren	27			Signale zwischen den Zellen	114
				Signifikanz	45

Signifikanzniveau	11	Synproportionierungsreaktionen	86	Varianz; Gesamt –	295
Sigrist GmbH; Leopold –	324	Synthetische DNA	31	Varianzen	44
Silanole	87	Systembiologie	224	Varianzenhomogenität	9
Siliciumcarbid	392	TA -Luft jetzt auch europakonform	M64	Vasodilatator	M69
Siliciumchemie	105	Tandem-Massenspektrometrie	428	Verband forschender Arzneimittelhersteller	72
Silicium-Zeitalter	268	Tarife im Aufwind	312	Verband unabhängiger Prüflaboratorien	301
Silicone	84, 128	Tauchmesssonden	144	Verbrechensaufklärung	101
Siliconforschung	105	Technik; Fibonacci-Zahlen in der –	262	Verbrennung; Kalte –	248
Siliconharze	129	Telemetrie im Wasser	246	Verfahrensstandardabweichung	10
Silicon-Kristalle; Raffinierte –	323	Temperatur-Viskositäts-Koeffizient der Polysiloxane	128	Verfahrensstandardabweichung	91
Siloxan	86	Termophile Bakterien	353	Verfahrensstoffe(n); Probenahme von gasförmigen –	296
Simulated Moving Bed (SMB)	189	Test nach Mandel	45	Vergilben	8
Single Nucleotid Polymorphism	100	Tetrahydropyranilmethacrylat	300	Verlustfaktor der Siliconharze	129
Single Wall Nano Tubes (SWNTs)	462	Thermocycler; Echtzeit –	350	Vernetzung von Polysiloxanen; Platinkatalysierte	89
Skelettfunde; Archäologische –	342	Thermodesorption	140	Verschlüsseln (Software)	70
Smart Dust	323	Thompson (Einheit)	412	Very volatile organic compounds	137
SNP	100	Threonin	M18	Vias	461
Soft Laser Desorption	412	Thymin	99	Vitamin E	26
Solarmodule	303	Tieftemperaturelastizität von Polysiloxanen	133	VOC	137
Sonnenblume	261	Tissue Engineering	151	Volatile organic compounds	137
Sonnenblumenöl	338	Titerplatten; Füllstandsmessung an – ...	186	Voltametrie; Zyklische –	186
Sorbit	M35	Titrationssystem Titrande	188	Vulkanisation	434
Spalten; Schmale – in Nanodimensionen	309	Tocopherole	M61	VVOC	137
Speicheltest	187	Totalreflexion; Untergrundreduzierung mittels –	335	W achstum; Gelenktes neuronales –	469
Speicherung und Wiederauffinden (Daten)	70	Toxigenomics	313	Wasseranalysen – richtig beurteilt (Literatur)	153
Spektrochemie; Gesellschaft zur Förderung der –	348	Transducer	16	Wasseraufbereitung	230
Spektrochemie; Institut für – und angewandte Spektroskopie	149	Transducer-Chip	187	Wasserdampf; Heißer – zum Weichmachen von Holz	M68
Spektrometrie in der Metallanalytik	268	Transistoren	34	Wasserdampfdestillation	21
Spektroskopie im interstellaren Raum .	408	Transkription von Genen	194	Wasserflöhe	231
Spektroskopie; Gesellschaft zur Förderung der Angewandten –	348	Transkriptom	194	Weichmacher	M65
Spektroskopie; Mehrphotonen- –	299	Transmissionselektronenmikroskopie .	178	Weinsäure-Kunststoffe	222
Sphingomyelin	M50	Transparente Silicone	134	Weltwirtschaft	33
SPME	M77	Transportproteine	291	Western-Blott-Präparation	M44
Spreitungskette	130	Trennfaktor in der HPLC	65	Wettbewerb ‚Chemie in unserem Alltag‘	407
Sprengstoffe(n); Erkennen von –	186	Trichlorphenol	231	Wiederfindungsrate	220
S-Sätze	M81	Trikresylphosphat	M66	Windenergie; Stromerzeugung durch - ..	73
Stahl; Erzeugung von –	268	Trinkwasseruntersuchungen	231	Wirkstoffe; Gel als Reservoir für –	74
Stahlproduktion; Prozesssteuerung bei der –	149	Trinkwasserverordnung	231	Wirtschaftselite	433
Standardabweichung	91	Tripel-Quadrupol-Massenspektrometer	432	Wunderbaum	M61
Stärke	M36	.....	432	Wundheilungsprozesse	165
Statistik der Probenahme	295	Triterpene	4, 56	X anthophylle	M84
Stearinsäure	M61	Trockenstress bei Pflanzen	63	Xenon-Cluster(n); Explosion von –	465
STED-4Pi-Mikroskop	392	Trocknen	364	Xeno-Östrogene	20
Stereochemie (Literatur)	107	Tropopause	417	xyZET (Software)	106
Stereoregularität	M39	Troposphäre	416	Y ablonovit	424
Steriltechnik	M1, M4	Tryptophan	M19	Z ahlen; Arabische Schreibweise der - .	260
Stickstoffmonoxid	103	Tuberkulose	345	Zeiss; Carl – Jena GmbH	204
Stimulated Emission Detection (STED)	392	t-Verteilung	45	Zellen; Berührungslose Untersuchungen an –	114
Stirnfensterrohre	330	Tyrosin	309	Zellen; Schwebende –	114
Stoffkreisläufe	302	Tyrosin	M18	Zellkulturtechnik (Literatur)	314
Stofftransport in Membranen	209	Ü berimpfen	M1	Zellmobilität	469
Störfall-Grenzwerte	M82	Übernahmeaktivitäten	473	Zellschäden bei Pflanzen	63
Störfallverordnung	M36, M81	Übungsaufgaben im Chemieunterricht	459	Zellspannung	248
Strahlung; Kosmische –	411	Ultraschallreinigung	M39	Zellulose	434
Strahlungshärtung	89	Ultrazentrifugenmethoden	179	Zentrallager der BASF	71
Stratopause	417	Umweltbelastung durch Dioxine	223	Zeolithe	M90
Stratosphäre	417	Umweltchemiker	384	Zerstörende Analysemethoden	49
Stressindikatoren	343	Umweltgipfel in Johannesburg	304	Zerstörungsfreie Analyse	48
Stresstoleranz bei Pflanzen	61	Umweltschadstoffe; Organische – in Lebensmitteln	304	Zertifizierungsstelle	301
Streuungen der Messwerte	44	Umweltschutz aus der Sicht von Schülern	60	Zervixkarzinom	421
Strukturen; Vorhersage von – von biologischen Makromolekülen	M94	Umweltschutz; Produktionsintegrierter – ..	302	Zöliakie	468
Studienstruktur; Neue – kommt an	305	.....	302	Zuckerester	M87
Sulfatide	M50	Umweltverhalten; Das menschliche – .	270	Zukunftspreis; Deutscher –	467
Supercomputer in fünf Jahren	422	Untergrundreduzierung	334	Zwei-Photonen-Prozesse	299
Surface Acoustic Wave	16	Unternehmensführung	310		
Sustainable Active Microbicidal Polymers .	32	Untersuchungsergebnisse; Bewertung labormedizinischer –	376		
SVOC	137	Urheberrecht	30		
Synchrotronstrahlungsquelle ANKA	447				

schiedlichen Akzentsetzungen der Schüler- und Erwachsenen-Gruppe. Drei Befunde, die sich aus den deskriptiv-statistischen Berechnungen ergeben, möchte ich besonders hervorheben (siehe Tabelle 4):

- Zunächst ist festzustellen, dass fünf Kategorien von den Schüler-Vertretern signifikant häufiger genannt werden als von den Vertretern der Erwachsenen-Gruppe. Aus chemiedidaktischer Sicht ist es besonders erfreulich, dass die Jugendlichen es als sehr bedeutsam ansehen, chemische Grundlagen und Grundzüge des Donator-Akzeptor-Konzepts zu erschließen. Weitere wesentliche Schwerpunkte wünschenswerter chemiebezogener Bildung sehen die Jugendlichen insbesondere im Themenfeld Ernährung sowie in den Bereichen der beruflichen Orientierung und im sachgerechten Umgang mit Stoffen im Alltag; also in Themenfeldern, die sehr eng mit ihrer aktuellen und zukünftigen Lebensführung verknüpft sind.
- Alle weiteren Kategorien wurden signifikant häufiger von den Vertretern der Erwachsenen- generation in ihre Argumentation eingebunden. Möglicherweise kommt in diesem Befund das größere Reflexionsvermögen der Lehrer, Didaktiker und Naturwissenschaftler zum Ausdruck.

- Auffällig ist außerdem, dass fünfzehn Kategorien von den Vertretern der Schüler-Gruppe nur sehr selten ($n < \text{fünf Prozent}$) oder überhaupt nicht ($n = 0$) genannt wurden. Hier ist zu vermuten, dass die seltene Berücksichtigung dieser Merkmale seitens der Jugendlichen mit Erfahrungsdefiziten zusammenhängt.

Der Befund, dass die Vertreter der Schüler-Gruppe auf bestimmte Merkmale wünschenswerter chemiebezogener Bildung sehr selten oder überhaupt nicht eingehen, wird noch deutlicher, wenn man sich die deskriptiv-statistischen Ergebnisse aller 60 Kategorien vor Augen führt.

- 33 von 60 Kategorien konnten nach Durchsicht der Schüler-Antworten in weniger als fünf Prozent ihrer Antwortschreiben registriert werden,
- 16 dieser Kategorien mussten völlig unberücksichtigt bleiben.³

³ In Tabelle 2 wurden die Kategorien, auf die die Schüler in weniger als fünf Prozent ihrer Antwortschreiben eingehen, schwächer gedruckt. Die Kategorien, die in ihren Antworten überhaupt nicht erwähnt wurden, sind zusätzlich mit * gekennzeichnet.



AUFsätze

I: Situation, Kontext, Motiv	IIA: Konzepte der Chemie	IIB: Chemie und Lebenswelt	IIC: Teildisziplin, Perspektive	III: Qualifikation
<ul style="list-style-type: none"> • Aufklärung und allgemeine Persönlichkeitsbildung • emotionale Persönlichkeitsbildung* • intellektuelle Persönlichkeitsbildung • Natur und Naturphänomene • Haushalt • Alltag • Umwelt • Medien • Freizeit • Beruf • Wissenschaft Chemie • fächerübergreifende Themen* 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe • Fachsprache • Donator-Akzeptor-Konzept • Teilchen-Konzept • Struktur-Eigenschaft-Konzept anorganischer Stoffe • Struktur-Eigenschaft-Konzept organischer Stoffe • Energie-Konzept • Gleichgewicht-Konzept • Naturwissenschaftliches, experimentelles Arbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuer – Energie • Wasser – flüssige Stoffe • Erde/Boden – feste Stoffe • Luft – gasige Stoffe • Stoffkreisläufe • Ernährung • Gesundheit • Kleidung • Wohnen* • Kommunikation – Mobilität* 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitative Analytik* • Quantitative Analytik* • Energetik* • Kinetik* • räumliche Modelle* • Heuristik* • Erkenntnistheorie* • Interdependenz • (Fehl-)Entwicklungen • Geschichte der Naturwissenschaften/Chemie • aktuelle chemische Forschung • aktuelle interdisziplinäre Forschung • Wertmaßstäbe • Nachhaltigkeit • Phänomenologie* 	<ul style="list-style-type: none"> • Erleben* • Grundlagenwissen • Informationsrecherche • Verständnis • Quellenarbeit • Transfer • Empfindungsvermögen, Freude* • Motivation, Interesse • Urteilsfähigkeit • motorische Fähigkeiten* • sachgerechter Umgang • Kommunikationsfähigkeit • reflektiertes Handeln • Engagement – Teamfähigkeit

Tabelle 2: Überblick über die Kategorien zur Analyse der Aussagen der curricularen Delphi-Studie Chemie. Kategorien, auf die die Schüler in weniger als fünf Prozent ihrer Antwortschreiben eingehen, wurden schwächer gedruckt, Kategorien, die in ihren Antworten überhaupt nicht erwähnt wurden, sind zusätzlich mit * gekennzeichnet.

Sollten all diesen Merkmalen wirklich eine so geringe Bedeutung seitens der Schüler beigemessen werden? Die Ergebnisse legen zumindest die Vermutung nahe, dass diese Aspekte in der Praxis nur sehr selten thematisiert werden und wenn überhaupt, so behandelt werden, dass die Bedeutung dieser Merkmale für eine wünschenswerte chemiebezogene Bildung den Schülern unklar und unerschlossen bleibt. Im zweiten Untersuchungsabschnitt der curricularen Delphi-Studie werden diese Vermutungen einer empirischen Prüfung unterzogen.

Fazit

Durch die Durchführung der curricularen Delphi-Studie Chemie wurde es möglich, Merkmale zu identifizieren, die von bestimmten gesellschaftlichen Gruppen für wichtig im Hinblick auf eine wünschenswerte und pädagogisch sinnvolle chemiebezogene Bildung gehalten werden. Das 60 Kategorien umfassende Analysesystem repräsentiert weitgehend die in den Lehrplanpräambeln und Lehrplanempfehlungen

geforderten Merkmale für ‚guten Chemieunterricht‘ [8]. So gesehen, mag Heymann recht haben, dass Lehrpläne und Rahmenrichtlinien einen gewissen gesellschaftlichen Minimalkonsens darstellen. Wie groß beziehungsweise wie klein die Basis für diesen Minimalkonsens ausfällt, wird jedoch durch die gruppenspezifischen deskriptiv- und varianzstatistischen Analysen deutlich.

So unterstreichen die deskriptiv- und varianzstatistischen Ergebnisse, dass die Bildungsinteressen der Jugendlichen sich deutlich von den Vorstellungen der Erwachsenen abheben.

Mit Blick auf die varianzstatistischen Befunde des Schüler-Didaktiker-Vergleichs ist außerdem festzustellen, dass sich die hehren Ziele der Didaktiker-Gruppe, die maßgeblich für die Gestaltung der Rahmenpläne und Lehrplanempfehlungen verantwortlich zeichnen, in weiten Teilen nicht mit den Intentionen der Jugendlichen decken beziehungsweise die Schülerinnen und Schüler nicht erreichen.

Richtet man den Blick auf die Kategorien (beziehungsweise Merkmale) erwünschter chemiebezogener Bildung, die von den Vertretern der Erwachsenen-, der Lehrer- und Didaktiker-Gruppe einerseits und denen der Schüler-Gruppe andererseits unterschiedlich gewichtet wurden, und zieht

Tabelle 3: Statistisch signifikante Unterschiede bezogen auf die Quoten der Kategoriebelegungen zwischen den Gruppen von Teilstichproben [a) Signifikanzniveau der Gruppenvergleiche mit signifikant unterschiedlicher Belegungsquote; relative Belegungshäufigkeit der Kategorie b) in einer jeweiligen Gruppe von Teilstichproben und c) der Erwachsenengruppe]

Kategorie	Signifikanzniveau des Vergleichs zwischen Gruppen von Teilstichproben [$p < ,05$]							relative Belegungshäufigkeit der Kategorie [%]				
	S/L	S/D	S/N	S/E	L/D	D/N	L/N	E	S	L	D	N
allgemeine Persönlichkeitsbildung	,036	,005	,015	,010				14,7	3,1	14,4	15,2	14,4
emotionale Persönlichkeitsbildung		,000	,014	,015				8,5	0,0	4,8	12,7	6,5
Natur		,000		,013		,001		16,5	4,6	14,4	24,7	8,6
Beruf				,035				12,0	21,5	13,5	13,9	8,6
Chemie		,006			,010	,000		20,7	13,8	16,3	32,9	10,1
Fächerübergreif. Themen		,001		,048				5,7	0,0	4,8	8,9	2,9
Grundlagen				,040				21,7	44,6	26,0	36,1	30,9
Donator-Akzeptor				,028				14,0	24,6	8,7	17,1	14,4
Anorg. Chemie	,009	,000		,012				11,7	1,5	13,5	14,6	7,2
Chem. Gleichgewicht		,001						5,2	0,0	1,9	8,9	3,6
Stoffkreisläufe	,017	,004	,028	,014				11,5	1,5	12,5	12,0	10,1
Ernährung				,016				13,2	24,6	15,4	10,8	14,4
Qualitative Analytik	,044	,000	,014	,018				8,0	0,0	6,7	10,1	6,5
Quantitative Analytik		,001	,001	,016				8,2	0,0	4,8	8,9	10,1
Energetik		,005	,026					5,5	0,0	2,9	7,0	5,8
räumliche Modelle		,046			,046			2,0	0,0	0,0	4,4	0,7
Heuristik		,000		,048		,004		5,7	0,0	3,8	10,8	1,4
Erkenntnistheorie	,044	,000		,023				7,5	0,0	6,7	11,4	3,6
Erleben		,000	,045	,028				7,0	0,0	5,8	9,5	5,0
Verständnis		,001		,033	,002	,005		27,9	15,4	19,2	39,2	21,6
Transfer		,005		,043	,023			11,2	3,1	4,8	15,2	11,5
Freude empfinden		,000		,039		,036		6,2	0,0	3,8	10,8	2,9
Urteilsfähigkeit	,003		,033	,006				28,4	12,3	34,6	24,7	28,1
Sachger. Umgang		,025		,001				16,0	33,8	15,4	17,7	14,4
Kommunikationsfähigkeit		,006	,001	,019				10,7	1,5	4,8	11,4	14,4
reflektiertes Handeln					,036			33,4	24,6	43,3	26,6	33,8
Anzahl	6	20	9	21	5	5	0	21	35	11	30	14
	35		10									
	56											
	66											

man vor allem die Merkmale mit in Betracht, die von den Jugendlichen besonders selten oder gar nicht in ihre Argumentation eingebunden wurden, so wird deutlich, in welchen Bereichen Diskussionsbedarf besteht, um sich über Bedeutung und Sinn der unterschiedlichen Bildungsziele zu verständigen. In diesen Diskussionsprozess ist die Aushandlung von Zielvorstellungen, von Themen, Inhalten und Methoden einzubinden, die es dann in der Praxis des Chemieunterrichts gemeinsam mit den Jugendlichen zu realisieren gilt. Ich verbinde damit die Hoffnung, dass in Zukunft ‚Bildung und Erziehung von Heranwachsenden nicht ausschließlich als Veranstaltung der Erwachsenengeneration‘ verstanden wird, sondern als ein gemeinsames Bemühen um Bildung unter Wahrung der Interessen der sich bildenden Jugendlichen und unter Berücksichtigung der Hoffnungen und Erwartungen der Erwachsenen, die sie an die Heranwachsenden knüpfen. Mir scheint dies ein gangbarer und Erfolg versprechender Weg zu sein, um der vielbeschriebenen unzureichenden Bildungswirksamkeit des Chemieunterrichts zu begegnen.

Literatur

- [1] Bolte, C. (2000): Delphi-Studie Chemie: Orakel irreleitenden Inhalts oder Orientierungshilfe zur Bewältigung von Bildungsaufgaben? In: Brechel, R. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in München, September 1999. Alsbach. Leuchtturm-Verlag. S. 229-231.
- [2] Bolte, Claus (2002): Die curricularen Delphi-Studie Chemie: Allgemeinbildung und Chemieunterricht. In: Chemkon. Weinheim. Wiley-VCH. Jg. 9, Heft 2, S. 86-90.
- [3] Heymann, H.W. (1996): Allgemeinbildung und Mathematik. Studien zur Schulpädagogik und Didaktik. Band 13. Weinheim und Basel: Belz Verlag.
- [4] Bolte, Claus (2002): Bildungsqualität im Chemieunterricht. In: Brechel, R. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in Dortmund, September 2001. Alsbach. Leuchtturm-Verlag. S. 77-79.
- [5] Meyer, M.A. (1998): Lehrer, Schüler und die Bildungsgangforschung. In: Meyer, M. und Reinartz, A. (1998, Hg.): Bildungsgangdidaktik. Denkanstöße für pädagogische Forschung und schulische Praxis. Leske und Budrich. S. 70-90.
- [6] Häder, M. und Häder, S. (1994): Die Grundlagen der Delphi-Methode. Ein Literaturbericht. ZUMA-Arbeitsbericht Nr.94/02. Mannheim: ZUMA.
- [7] Häußler, P., Frey, K., Hoffmann, L., Rost, J. und Spada, H. (1980): Physikalische Bildung: Eine curriculare Delphi-Studie. Teil I: Verfahren und Ergebnisse. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. IPN-Arbeitsbericht 41. Kiel: N.
- [8] MNU [Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.] (2000): Chemieunterricht der Zukunft – Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien für den Chemieunterricht. MNU 53, 3, I-XIV.



AUFsätze

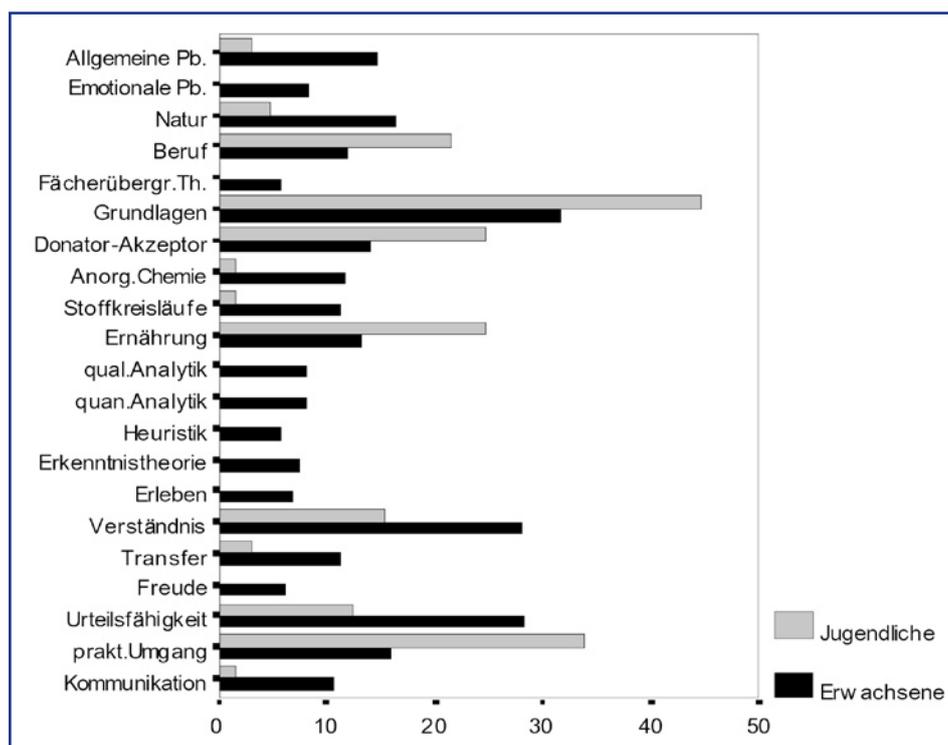


Tabelle 4:
Relative Belegungshäufigkeit
ausgewählter Kategorien differenziert
nach Schüler- und Erwachsenen-Gruppe

Qualifizierte Labore zeigen:

Validierte Acrylamidanalytik steht bereit

Im Frühjahr 2002 entdeckten schwedische Wissenschaftler beunruhigende Acrylamid-Gehalte in stärkehaltigen trocken erhitzten Lebensmitteln wie Pommes frites, Chips und Knäckebrot (siehe CLB 05/2002, Seite 195). Im Herbst 2002 identifizierten mehrere Forscher weltweit Asparagin und Zucker als Quelle des in Lebensmitteln enthaltenen Acrylamids. Im Dezember schließlich meldete das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), dass nach Ringversuchen nun geeignete Methoden zum sicheren Nachweis von Acrylamid in Lebensmitteln zur Verfügung stehen.

Die Untersuchungen an der Universität Stockholm zeigten in Lebensmitteln, bei deren Herstellung Prozesse wie Frittieren, Rösten oder Backen einbezogen waren, Mengen an Acrylamid von teilweise mehr als 2000 Mikrogramm pro Kilogramm. Die Nachweisgrenze der dort verwendeten Methode (Flüssigchromatographie gekoppelt mit zweistufiger Massenspektrometrie LC-MS-MS) lag bei 30 Mikrogramm pro Kilogramm.

Erfolgreicher Ringversuch

Das Bundesinstitut für Risikobewertung BfR versandte im September 2002 sechs homogene

Lebensmittelproben (Knäckebrot, Butterkeks, Kartoffelpüree und Kakao) mit unbekanntem Acrylamidgehalt an 47 Laboratorien. 32 davon schickten ihre Untersuchungsergebnisse an das BfR zurück. Die Auswertung zeigt, dass die überwiegende Zahl der Laboratorien mit ihren Analysemethoden vergleichbare Acrylamidgehalte nachgewiesen hat. Am schwierigsten gestaltete sich dabei der Nachweis in Kakao als vergleichsweise komplexem Lebensmittel. Hier war die Schwankungsbreite der Ergebnisse größer als bei anderen Proben. Aus der Vergleichsstudie folgt, dass Acrylamidgehalte heute bis zu Konzentrationen von 10 bis 30 Mikrogramm pro Kilogramm nachgewiesen und bis zu einem Gehalt von durchschnittlich 50 Mikrogramm pro Kilogramm sicher quantifiziert werden können. Niedrigere Konzentrationen lassen sich derzeit nur mit erheblichem Material- und Zeitaufwand nachweisen.

Problematische Matrix

Das Problem der Acrylamid-Analytik stellt nicht die abschließende Messung dar, sondern das Cleanup der Proben. Im wässrigen Milieu ist es verhältnismäßig einfach, Acrylamid qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Vor allem der hohe Stärkeanteil der Produkte, in denen der Nachweis häufig erfolgen muss, stellt sich als Hemmschuh heraus. Die schwedischen Forscher arbeiteten bei der Reinigung mit SPE-Säulen. Jedoch soll damit in Schweden nur eine Wiederfindung von 40 bis 50 Prozent erreicht worden sein, was für quantitative Zwecke alles andere als befriedigend ist.

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) aus Freising wendete einen automatisierten Extraktionsschritt des Lebensmittels nach dem „Accelerated Solvent Extraction“

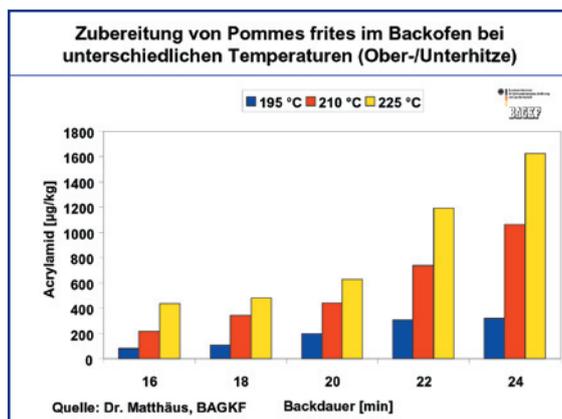
(ASE) Prinzip an. Auf diese Weise erhält man einen sehr reinen Extrakt, in dem Acrylamid spezifisch und hochempfindlich mittels HPLC-MS-MS Kopplung quantifizierbar ist.

Ein Routineanalytik-Labor für Lebensmittel dagegen setzt beispielsweise Gebäckproben Wasser und einen Standard an markiertem Acrylamid zu, zerkleinert, erhitzt (50 Grad Celsius) und homogenisiert die Proben schließlich im Ultraschallbad. Nach Zentrifugieren und eventuell nachträglicher Klärung kann man den Extrakt in die HPLC einspritzen und das Acrylamid mit Hilfe der MS/MS-Detektion bestimmen. So erhält man Wiederfindungsraten im Bereich von 80 bis 90 Prozent und Bestimmungsgrenzen je nach Matrix von 10 bis 30 Mikrogramm pro Kilogramm. Falls keine doppelte Massenspektrometrie zur Verfügung steht, ist eine aufwändige Derivatisierung notwendig.

Aminosäure und Zucker

Als Quelle für Acrylamid in Lebensmitteln identifizierten Forscher der University of Reading in England, Mitarbeiter der Firmen Nestle in der Schweiz und Procter & Gamble in den USA unabhängig voneinander Asparagin – eine Aminosäure – und Zucker. Asparagin kann im Körper zu Asparaginsäure umgewandelt werden und umgekehrt. Beide Aminosäuren gehören in die Stoffgruppe essentieller Aminosäuren und treten in der Natur nie isoliert auf. Asparaginsäure ist beteiligt am Aufbau des Immunsystems und an der Bildung von RNA/DNA (Träger der Erbinformation). Weiterhin wirkt sie mit bei der Umwandlung von Kohlehydraten in Glucose und Glycogen. Asparagin und Asparaginsäure unterstützen außerdem die Ammoniakentgiftung in der Leber. Reich an Asparagin und Asparaginsäure sind:

Die Temperatur der Zubereitung entscheidet stärker über den Acrylamidgehalt als die Dauer.

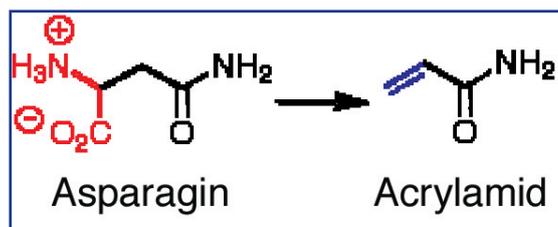


Kartoffelprotein (21 Prozent), Kokosprotein (17 Prozent) und Alfalfaprotein (12 Prozent). Freies Asparagin kommt außerdem in Fruchtsäften und Gemüsen vor.

Erhitzt man Asparagin über 100 Grad Celsius in Gegenwart von Zuckern kann es zur Bildung von Acrylamid kommen. Weitere Untersuchungen an der Cornell Universität, USA, zeigten nun einen detaillierten Reaktionsmechanismus auf, der von der bisher propagierten Maillard-Reaktion etwas abweicht. Die Maillard-Reaktion (1912, Louis Camille

Maillard), auch bekannt als Enzymatische Bräunung, beschreibt die Reaktion von Proteinen und Kohlenhydraten zu verschiedenen Produkten, die größtenteils Einfluss auf Geschmack und Erscheinungsbild zubereiteter Speisen haben. Statt der Enzymatischen Bräunung schlagen die Wissenschaftler der Cornell Universität den Mechanismus der Enzymatischen Decarboxylierung vor, da dies zum notwendigen Verlust von Kohlendioxid im Asparagin-Molekül führt.

MB



Schon die ähnlichen Moleküle legen Asparagin als Quelle für Acrylamid in Lebensmitteln nahe.

Rekordaufnahme des Weltraumteleskops Hubble 13 Milliarden Jahre zurückgeblickt

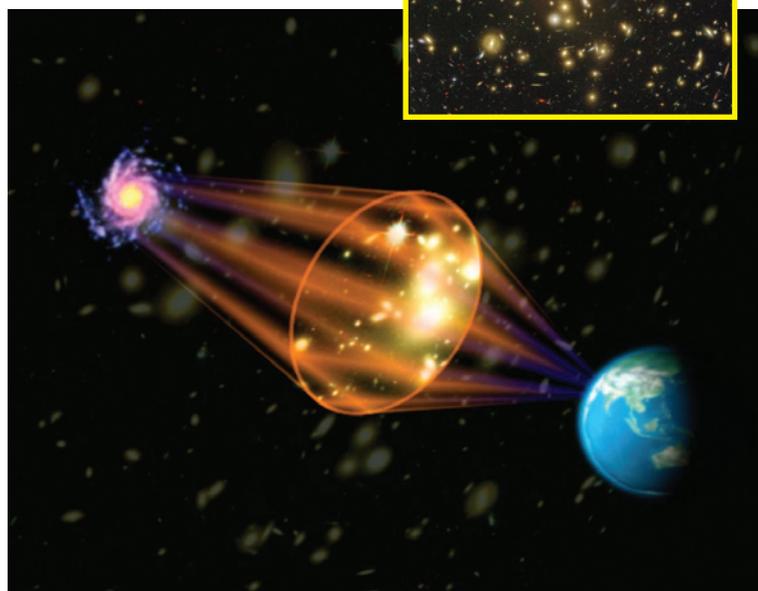
Den bislang wohl fernsten Blick ins Weltall schaffte das Weltraumteleskop „Hubble“ im vergangenen Juni, wie die NASA jetzt mitteilte. Auf einem Bild sollen astronomische Objekte zu sehen sein, die nach Einschätzung der Experten bis zu 13 Milliarden Lichtjahre entfernt sein können. Zum Detailreichtum des Bildes trug eine kosmische Linse bei, die selbst einen Durchmesser von zwei Millionen Lichtjahren hat: Die Gravitationslinse, die der Galaxiencluster „Abell 1689“ samt seiner Dunklen Materie bildet.

Die Entfernung des als Gravitationslinse dienenden Galaxienhaufens beträgt 2,2 Milliarden Lichtjahre. Seine Masse einschließlich der Dunklen Materie, die den Forschern immer noch Rätsel aufgibt, ohne die sich jedoch unser Kosmos kaum erklären lässt, dient für das Licht von dahinter liegenden Objekten als Vergrößerungslinse. Schon Einstein hatte vorausgesagt, dass Schwerkraft den Raum krümmt – und mit ihm Lichtstrahlen verzerrt. Galaxiencluster sind massenreich genug, um diesen Effekt sichtbar zu machen; der Abell 1689-Cluster ist mit einigen tausend Galaxien einer

der größten bekannten im Universum. Die Astronomen benötigten für das Bild eine Belichtungszeit von 13 Stunden. Durch den Gravitationslinseneffekt, der die entfernten Milchstraßen zu Bögen verzerrt, sind Galaxien erkennbar, die nur halb so hell sind wie solche aus den Hubble Deep Fields, die bisherigen Entfernungs-Rekordhalter. Die Astronomen werden Monate benötigen, um die Details der Aufnahme auszuwerten.

Das Bild ermöglicht ebenfalls, die Verteilung der Dunklen Materie in dem Galaxienhaufen Abell 1689 zu

bestimmen. Zudem will man mit der Aufnahme Kenntnisse über die Bildung von Galaxien während der vergangenen 13 Milliarden Jahre gewinnen; ein Blick in den Kosmos ist ja immer auch ein Blick in die Vergangenheit. RK

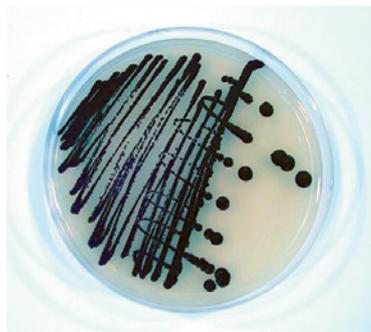


Wie ein Vergrößerungsglas wirkt der Galaxiencluster Abell 1689 für Objekte, die aus der Sicht unserer Erde hinter ihm liegen (Grafik). Dadurch sind auf dem kleinen Foto, das ja auch das Titelbild dieser CLB ist, wohl Objekte zu erkennen, die 13 Milliarden Lichtjahre entfernt sind (Rotverschiebungswert 6; Grafik und Foto: Nasa).

Schwarzer Farbstoff aus dem Meer

Black Beauty produziert Violacein

Pseudoalteromonas Stamm Black Beauty heißt das neu gefundene Bakterium aus dem Meeresboden, das den Farbstoff Violacein erzeugt. Dr. Tjhin-Lok Tan vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) entwickelte ein inzwischen patentiertes mikrobiologisches Verfahren, um mit Hilfe des Bakteriums große Mengen dieses Farbstoffs zu gewinnen.



Pseudoalteromonas Black Beauty Bakterienrasen und Kolonien auf Seewasser-agarmedium (Foto: AWI).

Violacein ist ein blauschwarzer Farbstoff, der durch Bakterien aus zwei Tryptophanmolekülen synthetisiert werden kann. Das Violacein dient der Zelle zum Schutz vor Sonnenstrahlung und zur Regelung der Tryptophankonzentration unter das toxische Niveau. Violacein ist in Wasser nahezu unlöslich, jedoch löslich in Aceton, Äthanol und Dioxan. Der Farbstoff besitzt antibiotische, antivirale und antitumorale Eigenschaften, und zeigt keine zytotoxische oder pathogene Wirkung. Neuerdings wurde Violacein zur Färbung von Textilien eingesetzt, wobei nicht nur auf natürlichen Stoffen wie Seide, Wolle und Baumwolle, sondern auch auf synthetischen Fasern wie Nylon gute Färbesergebnisse erzielt werden konnten.

Das marine Sedimentbakterium, eine neue Spezies, Pseudo-

alteromonas Stamm Black Beauty produziert aus 39 Gramm Feuchtbio- masse – nach mehrmaligen Extraktionen mit heißem Methanol und anschließender Entfernung des Lösungsmittels – 2,1 Gramm eines tiefschwarzen Farbstoff-Rohextraktes. Neben Violacein (ca. 90 Prozent) lassen sich durch weitere Extraktionen mit Dichlormethan und Methanol daraus Desoxyviolacein (ca. acht Prozent) und Spuren eines gelben, nicht weiter charakterisierten Farbstoffes gewinnen. Das mikrobiologische Verfahren zur Biosynthese der natürlichen blau-violetten Farbstoffe Violacein und Desoxyviolacein und deren Verwendung wurde inzwischen patentiert. Das AWI und das Technologie-Transfer-Zentrum (TTZ) in Bremerhaven suchen jetzt Partner aus der Industrie für die weitere Anwendung.

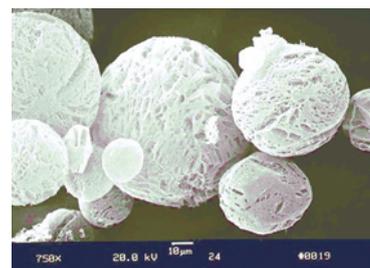
Sprüh- und Sprühgefriertrocknung zur Erzeugung von Proteinpulvern Stabile und leicht verabreichbare Medikamente

Durch Sprühtrocknung erzeugte Proteinpulver können als feinste Partikel über Lungen und Haut zum Wirkort gelangen. Die Sprühtrocknung kann Eiweißmoleküle stabilisieren und so für therapeutische Zwecke effektiv erhalten. Das Verfahren erforscht Prof. Dr. Geoffrey Lee am Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie der Universität Erlangen-Nürnberg.

Über Nase und Lungen können Pulver inhaliert werden. Um feine, stabile Proteinpartikel zu erzielen, die sich gut in den Lungenbläschen ablagern, ist die Sprühtrocknung nach den Untersuchungen am Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie besonders geeignet.

Stabiler werden die Proteine durch Hilfsstoffe, die sich mit den Molekülen verbinden und nach der Trocknung einen Zustand einnehmen, der mit Glas vergleichbar ist. Die Sprühtrocknung einer wässrigen Protein-Hilfsstoff-Lösung findet bei über 100 Grad Celsius statt. Die Lufttemperatur steuert den Feuchtigkeitsgehalt der Pulverteilchen. Mehr Wärme inaktiviert mehr Protein, ergibt jedoch Pulver, die sich besser halten. Ein Sprühtröpfchen mit zehn Millimeter Durchmesser braucht zum Trocknen nicht einmal eine Sekunde, was dazu beiträgt, dass Proteine trotz der Temperaturen kaum zersetzt werden.

Solange der Turm des Sprühtrockners von feinem



Sprühgefriergetrocknete Partikel sind größer als durch Sprühtrocknung entstandene Teilchen. Eine hohe Einfriergeschwindigkeit verursacht große Porosität.

Tröpfchennebel erfüllt ist, sind die Grenzflächen zwischen Luft und Flüssigkeit groß. Unter diesen Umständen entstehen in der kurzen Zeit zwischen Zerstäuben und Trocknen Protein-Aggregate, Verbindungen, die den Verlust von

Aktivität bedeuten. Im getrockneten Teilchen bleiben die Aggregate bestehen. Detaillierte Analysen zum Grenzflächenverhalten von Proteinen und zum Aggregatzustand im Pulverteilchen helfen bei der Suche nach Maßnahmen, die diese Tendenz begrenzen.

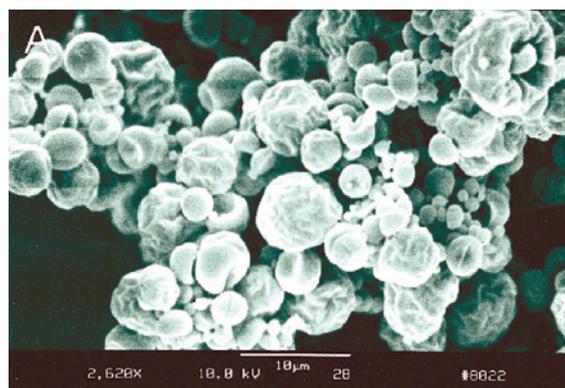
Nadelfreie Injektionen

Nadelfreie Injektionssysteme, die mit Druckluft oder Federmechanik arbeiten, bringen therapeutische Substanzen in die Haut ein. Mittels Sprühgefrierdrying, einem Verfahren, das ebenfalls zum Stabilisieren von Proteinen verwendet wird, werden in Erlangen Proteinpulver für nadelfreie Injektionssysteme gewonnen. Durch das schnelle und kontrollierte Einfrieren mit flüssigem Stickstoff werden heute schon Proteinlösungen beispielsweise mit Verfahren von Messer Griesheim ohne nennenswerte Aktivitätsverluste sicher, stabil und langfristig gelagert oder transportiert.

Nadelfreie Pulverinjektoren sind besonders geeignet, Impfstoffe in die Haut einzubringen. Das Team von Prof. Lee hat einen Prozess der Sprühgefrierdrying entwickelt, der proteinbeladene Teilchen in geeigneter Größe und Dichte für solche Systeme herstellt. In ein Bad mit flüssigem Stickstoff oder Propan wird eine wässrige Lösung des Proteins plus glasbildendem Hilfsstoff versprüht, die zu fein verteilten Tröpfchen gefriert. Bei der anschließenden Gefrierdrying entstehen Pulver mit sehr poröser Partikelstruktur. Aktivitätsverlust durch Aggregatbildung kann durch einen Träger vermindert werden. Bei sehr raschem Einfrieren zeigt sich, anders als bei regulärer Gefrierdrying, keine Aggregation – ein Ergebnis, das weitere Untersuchungen erfordert.

Sprühtröpfchen-Analytik

Andere Schritte im Prozess der Sprühdrying, die zur Entfaltung und Inaktivierung führen können,



Die sprühgetrockneten Pulverteilchen wurden bei 150 Grad Celsius hergestellt. Der mittlere Teilchendurchmesser beträgt etwa sieben Millimeter (Abbildungen: Uni Erlangen-Nürnberg).

werden ebenfalls eingehend untersucht. Am Lehrstuhl für Strömungsmechanik von Prof. Dr. Franz Durst ist ein „Single Drop Drying Levitator“ entwickelt worden, der Feinheiten sichtbar und messbar macht. Ein einzelnes Sprühtröpfchen, das zum Pulverpartikel trocknet, kann damit direkt beobachtet und in seinem Verhalten quantitativ bestimmt werden.

„Lab-on-a-Chip“ hilft beim Bierbrauen Online-Kapillarelektrophorese

Zur Untersuchung von Inhaltsstoffen in Flüssigkeiten gibt es die Kapillarelektrophorese als etabliertes Laboranalyseverfahren. Siemens will die Technik nun auch für die ständige Überwachung industrieller Prozesse verwenden.

Wenn ein Brauer gutes Bier brauen will, braucht er viel Erfahrung und selbst dann ist der Erfolg nicht garantiert. Für ein optimales Ergebnis muss der Gärvorgang zu einem bestimmten Zeitpunkt unterbrochen werden. Es gibt bisher kein Analysesystem, das den Braumeister kontinuierlich über den Alkoholgehalt der Würze und damit den Stand der Gärung informiert. Er muss öfter per Hand Proben nehmen und analysieren.

Siemens-Wissenschaftler arbeiten an einem Minilabor – nicht

nur für Brauer – das im Gegensatz zu den heute verwendeten Kapillarelektrophoresegeräten ständig Daten liefern und im Prozess integriert arbeiten soll. Das Herzstück des „Lab-on-a-Chip“ ist kleiner als eine Scheckkarte, was sehr kurze Analysezeiten ermöglicht: In rund drei Minuten liegt ein Ergebnis vor.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS) in Dortmund entwickelten die Siemens-Spezialisten in Karlsruhe ein mikrofluidisches System aus haardünnen Kanälen. Pro Minute wird aus der zu testenden Flüssigkeit etwa ein Mikroliter in das Analysesystem eingeschleust. Nur einige Nanoliter davon, die eigentliche Probe, wird durch das Schalten einer elektrischen Spannung



in die wenige Zentimeter lange Trennstrecke abgezweigt.

Das neue Gerät, das jetzt auf Praxistauglichkeit überprüft wird, kann je nach Anforderungen auch mehrere Komponenten beliebiger wässriger Proben analysieren. Damit wäre es für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie zur raschen Qualitätskontrolle ihrer Erzeugnisse geeignet. Denkbar ist ein Einsatz auch in der Biotechnologie, der pharmazeutischen Industrie und der Umwelttechnik.

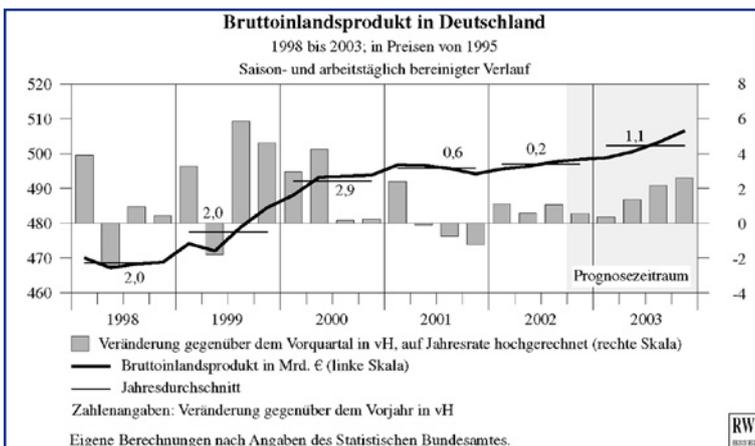
Das Herzstück eines neuartigen Analysegeräts für die Kapillarelektrophorese. In haardünnen Kanälen auf einem Chip können die Inhaltsstoffe winziger Flüssigkeitsproben erfasst werden (Foto: Siemens AG).

RWI-Prognose 2003 Moderat

Nach dem Konjunkturbrief des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung RWI erhält die Konjunktur in Deutschland 2003 ihre Anregungen vor allem aus dem Ausland. Man erwartet eine schwache Belebung, die nicht ausreicht, um die Lage auf dem Arbeitsmarkt zu verbessern.

Die Finanzpolitik reagierte auf die sich im Verlauf von 2002 dramatisch verschlechternde Haushaltslage mit Ausgabenkürzungen und Steuer- und Abgabenerhöhungen. Wenn die für 2003 geplanten Konsolidierungsmaßnahmen im Gesetzgebungsprozess nicht modifiziert werden, dürften sie ein Volumen von 22 Milliarden Euro erreichen; zudem wurde zur Finanzierung der Ausgaben im Gefolge der Flutkatastrophe die ursprünglich für 2003 vorgesehene zweite Stufe der Einkommensteuerreform auf 2004 verschoben, was im Vergleich zu den Erwartungen vom Sommer letzten Jahres eine Mehrbelastung von 6,5 Milliarden bedeutet. Trotz dieser Belastungen erwartet das RWI keinen konjunkturellen Rückschlag oder sogar ein Abgleiten in eine Rezession; aktuelle Konjunkturindikatoren geben jedenfalls zu derartigen Befürchtungen wenig Anlass. Die gesamtwirtschaftliche Produktion wird sich zunächst aber nur zögerlich beleben.

Laut RWI wird die gesamtwirtschaftliche Produktion in der zweiten Jahreshälfte an Fahrt gewinnen. Im Jahresdurchschnitt erwartet man eine Zunahme des realen Bruttoinlandsproduktes BIP um 1,1 Prozent.



Mineralöl- und Chemiebranche vorneweg Höchste Arbeitskosten

In der Mineralöl- und Chemiebranche fallen in Deutschland die höchsten Arbeitskosten im produzierenden Gewerbe an, stellte das Statistische Bundesamt kürzlich fest.

In der Mineralölverarbeitung lagen die Kosten für einen Arbeitnehmer im Jahr 2000 im Durchschnitt bei 67 000 Euro. An zweiter Stelle folgte die chemische Industrie mit 58 800 Euro. Im Durchschnitt lagen die Arbeitskosten in der Industrie bei 44 800 Euro. Die niedrigsten Pro-Kopf-Kosten verzeichnete das Textil- und Bekleidungsgewerbe (32 300 Euro) und das Ledergerbergewerbe (30 100 Euro).

Dies hängt zum einen mit der Höhe der Tarifabschlüsse und Betriebsvereinbarungen zusammen. Aber auch der Anteil der hochqualifizierten Beschäftigten in der Belegschaft spielte eine wichtige Rolle, erläuterte eine Statistikerin. In der Chemieindustrie fielen deutlich mehr Arbeitnehmer in die höheren Leistungs-Kategorien als beispielsweise in der Bekleidungs- und Ernährungsindustrie.

Innerhalb des Dienstleistungsgewerbes waren die Arbeitskosten im Bank- und Versicherungsgewerbe mit 59 700 am höchsten. Das Kostenniveau im Gastgewerbe (24 900) und im Handel (35 900) hinkten deutlich hinterher.

DIW beurteilt Industrieproduktion

Erholungsphase ohne Schwung

Im Jahre 2002 blieb die Industrieproduktion in Deutschland erstmals seit 1993 hinter dem Vorjahresergebnis zurück. Zu diesem Ergebnis kommt das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung DIW, Berlin, im letzten Wochenbericht des vergangenen Jahres.

Nach wie vor ist die Situation in der Industrie von Unsicherheit und mangelnder Dynamik geprägt. Die Kapazitätsauslastung, die seit

Nach den Erwartungen über die gesamtwirtschaftliche Entwicklung im kommenden Jahr gehen weder von der Weltwirtschaft noch von der Binnenkonjunktur in Deutschland wesentliche Impulse aus, so dass auch für die Industrie nur eine geringe Produktionssteigerung von etwa 1,5 Prozent zu erwarten ist.

Jahresbeginn 2001 laufend gesunken war, hat sich im dritten Quartal 2002 stabilisiert (83,1 Prozent im September); sie war damit allerdings deutlich höher als in der Rezession 1992/93 (September 1993: 74,7 Prozent). Die Produktionsentwicklung verlief 2002 in den einzelnen Zweigen der Industrie sehr unterschiedlich. Die Mehrzahl der Branchen lieferte negative Wachstumsbeiträge. Positive Anteile dürfte vor allem die chemische Industrie, der Kraftwagenbau (einschl. Kraftwagenteile) und das Ernährungsgewerbe beitragen. In 2003 erwartet man von den meisten Branchen positive Beiträge. Mit den höchsten Wachstumsbeiträgen rechnet das DIW Berlin für den Kraftwagenbau, die Elektrotechnik, die Metallverarbeitung und den Maschinenbau. Alles in allem ergibt sich aber das Bild einer Industrie in einer Erholungsphase ohne Schwung.

KMU haben kein höheres Beschäftigungspotenzial

Kein Arbeitsplatzgewinn trotz größerer Dynamik

Eine Untersuchung des Instituts für Arbeitsrecht und Arbeitsbeziehungen in der Europäischen Gemeinschaft IAAEG, Trier, zeigt, dass kleine und mittlere Unternehmen (KMU) kein höheres Potenzial als Beschäftigungsmotor aufweisen als größere Unternehmen. Trotz unzureichender Datenlage ging man immer wieder von einem überproportionalen Beitrag der KMU zur Schaffung von Arbeitsplätzen aus.

Laut IAAEG liegen der „Mittelstandshypothese“ weniger Unternehmensgrößeneffekte als vielmehr Alterseffekte zu Grunde. Das bedeutet, dass die Beschäftigung schaffenden Effekte auf Existenzgründungen zurückgehen.

Wird dieser Einfluss statistisch kontrolliert und somit der reine

Effekt der Unternehmensgrößenklasse untersucht, zeigen sich nur noch marginale Unterschiede in den Bruttostellenzuwachsen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben einen höheren Beschäftigungsumschlag, schaffen aber nicht mehr dauerhafte Beschäftigungsmöglichkeiten.

KMU sind bei der Schaffung von Arbeitsplätzen überlegen, wenn von einer Erhöhung des Anteils der KMU an der Wertschöpfung ein positiver Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Arbeitsnachfrage ausgeht. Dazu müssen in KMU mehr neue Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen werden als in Großunternehmen. Ein beschäftigungsschaffender Effekt liegt nur dann vor, wenn die KMU nicht nur überproportionale Nettostellenzuwächse aufweisen, sondern die

geschaffenen Möglichkeiten auch dauerhaft sind. Sonst weisen die KMU nur eine höhere Beschäftigungsdynamik auf.

Die Mittelstandshypothese ist also eine unzulässige Verallgemeinerung: KMU haben kein größeres Beschäftigungspotenzial im Vergleich zu den größeren Unternehmen, allerdings eine höhere dynamische Effizienz.

Vor dem Hintergrund einer hysteretisch verlaufenden Arbeitslosigkeit (Sockelarbeitslosigkeit), die durch Kapitalabbau und somit den Wegfall einmal unbesetzter Beschäftigungsmöglichkeiten charakterisiert ist (Kapitalmangel- oder Arbeitsplatzmangelarbeitslosigkeit), sollten die realisierten langfristigen Beschäftigungsmöglichkeiten durch Großunternehmen im Vordergrund stehen.

VUP: Hoffnung auf weiteres Wachstum

Verbraucherschutz als Zukunftsmarkt

Positive Signale aus dem Verbraucherschutz sieht der Deutsche Verband Unabhängiger Prüflaboratorien (VUP) für die Branche der Dienstleistungslaboratorien in seinem Jahresresümee und bewertet diesen nach wie vor als einen Wachstumsmarkt der Zukunft.

Durch energisches Eintreten sei es dem VUP auf Länder und Bundesebene gelungen, der BSE-Tests betreffenden Kritik entgegenzutreten, privatwirtschaftliche Prüflaboratorien seien nicht zuverlässig weil abhängig von wirtschaftlichen Interessen. „Die Unparteilichkeit, der hohe Qualitätsstandard und die fachliche Kompetenz privater Laboratorien wird gegenüber neutralen Akkreditierungsstellen nachgewiesen und fortlaufend

überprüft“, tritt Dr. Klaus-Peter Lörcher, Präsident des Verbandes den Argumenten entgegen.

Inzwischen sei es durch zielgerichtete Aufklärung der in Gießen ansässigen Standesorganisation der privaten Laboratorien zu einem Umdenken gekommen. Lörcher weist dabei auf die kürzlich erfolgte Aussage des Berliner Staatssekretärs Alexander Müller gegenüber dem VUP hin: „Vorgesehen ist, dass amtliche Prüflaboratorien nicht amtliche Prüflaboratorien mit der Durchführung bestimmter Untersuchungen beauftragen können, sofern diese hinsichtlich der Qualitätssicherung mindestens die gleichen Voraussetzungen erfüllen, wie die amtlichen Laboratorien“, heißt es aus dem Verbraucherschutzministerium. Den Verbraucherschutz

bewertet die Branche als einen Wachstumsmarkt der Zukunft, der jedoch weiteres Handeln dringend erfordere: So sei im Wettbewerb mit staatlichen Anbietern der Marktzugang für qualifizierte private Unternehmen nach wie vor nicht zufrieden stellend.

„Als Unternehmer verbindet uns die Hoffnung auf eine positive Entwicklung in der Zukunft. Dabei sollten wir nicht vergessen, dass nach unseren Erhebungen das Wachstum unserer Branche mit 3,0 Prozent (2000) und 3,3 Prozent (2001) im Vergleich zur Gesamtwirtschaft überdurchschnittlich war“, heißt es im Weihnachtsrundschreiben des VUP-Präsidenten an die Mitglieder. „Wir haben erste Anzeichen und die Hoffnung, dass sich dieser Trend in diesem und kommenden Jahren fortsetzt.“

Erwerbstätigkeit in der europäischen Hochtechnologieindustrie

Neun deutsche Regionen unter den Top Ten

In der EU stieg die Zahl der Erwerbstätigen in den Hochtechnologie-Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes schneller als in anderen Wirtschaftszweigen. Dies hat Eurostat, das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaft, für den Zeitraum von 1996 bis 2001 festgestellt.

Den Angaben von Eurostat nach betrug die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in den Zweigen des verarbeitenden Gewerbes mit hohem und mittlerem Technologieniveau 1,0 Prozent gegenüber 0,5 Prozent im verarbeitenden Gewerbe insgesamt.

Die folgenden Branchen gelten laut Eurostat als Sektoren mit hohem Technologieniveau: Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik;

Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik; Optik. Sektoren mit mittlerem Technologieniveau seien die Chemische Industrie, der Maschinenbau; die Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung und Ähnlichem und der Fahrzeugbau.

Mit einem Erwerbstätigenanteil der Hochtechnologie-Sektoren von 11,2 Prozent war Deutschland 2001 der EU-Mitgliedstaat mit der höchsten Spezialisierung in diesem Bereich, gefolgt von Schweden mit 7,9 Prozent. Luxemburg rangierte mit 1,2 Prozent am anderen Ende der Skala, stellte das statistische Amt fest.

Stuttgart, Tübingen und Braunschweig

Deutschlands Spitzenstellung in der Hochtechnologieindustrie spiegelt sich auch auf regionaler Ebene wider. Hinsichtlich des Anteils der

Erwerbstätigen in Industriezweigen mit hohem und mittlerem Technologieniveau sind unter den zehn führenden nicht weniger als neun deutsche Regionen vertreten. An erster Stelle steht Stuttgart mit 21,0 Prozent der Erwerbstätigen in diesem Sektor, gefolgt von Tübingen (18,1 Prozent), Braunschweig (17,8 Prozent), Karlsruhe (16,9 Prozent) und Franche-Comté in Frankreich (16,6 Prozent).

Betrachtet man allerdings die absoluten Erwerbstätigenzahlen, hatte Lombardia in Italien mit 428 000 Beschäftigten die Führungsposition inne. Es folgten Stuttgart (393 000) und Île de France (328 000). Die regionale Verteilung der Branchen mit hohem und mittlerem Technologieniveau in der EU lässt Unterschiede nicht nur zwischen den Mitgliedstaaten, sondern auch zwischen den Regionen der einzelnen Mitgliedstaaten erkennen.

Europamarkt für pharmazeutische Zwischenprodukte

Chiraltechnologie ist Spitzenreiter

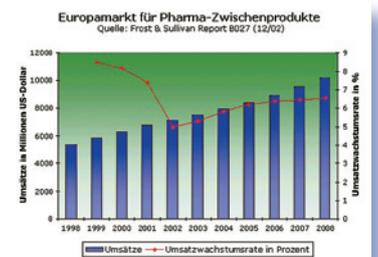
Die Chiraltechnologie ist laut Frost & Sullivan der „leuchtende Stern am Firmament des Europamarkts für pharmazeutische Zwischenprodukte“. Während der Gesamtmarkt viel langsamer an Volumen zulegt als in den 1990er Jahren von der Deutschen Bank prognostiziert, zeigt der Bereich Chiralchemie überdurchschnittliche Zuwachsraten und ist damit inzwischen zum Star der Branche avanciert.

Zu diesem Ergebnis kommt die Unternehmensberatung in einer neuen Analyse, in der der europäische Gesamtmarkt ein Umsatzwachstum von mehr als zehn Milliarden US-Dollar bis zum Jahr 2008 erreichen soll. Damit schwächt die Unternehmenbera-

tung ihre Prognose von 2000 etwas ab: Damals sollte ein Umsatzwachstum 16 Milliarden Dollar bis zum Jahr 2007 erreichbar sein. Der Trend eines wachsenden Marktes im Bereich Chiraltechnologie hat sich aber bestätigt.

Die Analyse ist in die Schlüsseltechnologien CC-Bindungsknüpfungen, Kondensation und Verseifung (inklusive Veresterung), Halogenierung, Stickstoff, Phosphor, Photochemie, Chiralchemie, Redox und Elektrochemie sowie Sulfur untergliedert.

Die Chiraltechnologie kommt dabei in der Pharmaindustrie verstärkt zum Einsatz, weil sie sich als effizienteste und kostengünstigste Art erwiesen hat, isomerenreine Substanzen herzustellen. Allerdings zeigt sich auch, dass der Markt für



die Masse an Wettbewerbern mittelfristig nicht genug Gewinn abwirft. Daher sei laut Frost & Sullivan in naher Zukunft mit einer Welle von Akquisitionen und Zusammenschlüssen zu rechnen. Eine ausschließliche Fokussierung auf den Sektor Chiraltechnologie sei nicht ausreichend: Wirklich durchsetzen wird sich nur, wer auch außerhalb seiner Kernbereiche konkurrenzfähig ist.

VDE-Studie: Deutschland bei Mikrotechnik weltweit führend Medizintechnik an vorderster Front

Deutschland ist in den Bereichen Mikro-, Nano- und Medizintechnik weltweit führend, stellt die VDE-Studie „Schlüsseltechnologien 2010“ fest. Diese Sektoren zählten neben der Bio- und Medizintechnik zu den Schlüsseltechnologien mit der höchsten Innovationskraft. Innovationen brauchten allerdings eine sinnvolle Bildungspolitik, mehr Forschungsförderung und bessere Vernetzung von Wissenschaft und Industrie, so der VDE.

Im Vergleich zum VDE-Innovationsbarometer 2000 ist für die Experten das Potenzial der Nanotechnik und der Biotechnik erheblich gewachsen. Elektronik/Mikroelektronik (45 Prozent), Optische Technologie (36 Prozent), Internet, Software und Computing (30 Prozent) sowie die Produktionstechnik (24 Prozent) folgen als Taktgeber für Innovationen auf den Plätzen. Als bedeutendste Schlüsseltechnologie stufen die 300 befragten Fachleute aus Hochschule und Industrie die Bio- und Medizintechnik ein. 49 Prozent der Befragten gaben an, dass diese Technologien in Zukunft „sehr viel stärker“ eingesetzt werden, immerhin noch 42 Prozent waren der Meinung, dass ein „viel stärkerer“ Einsatz zu erwarten sei. „Durchbruchartige“ Fortschritte erwarten die Experten auf den Gebieten Diagnostik, Prothetik und bei der Bekämpfung von Erbkrankheiten. Betrachtet man die Expertenmeinung aus der Medizin-, Bio- und Pharmabranche separat, dann bejahen 26 Prozent voll und ganz, dass auf den genannten Gebieten mit Durchbrüchen zu rechnen ist.

Differenziert man bei den Experten aus Unternehmen nach solchen mit Sitz in den USA und in Deutschland, zeigt sich, dass Firmen aus den USA eher als die aus Deutschland daran glauben,

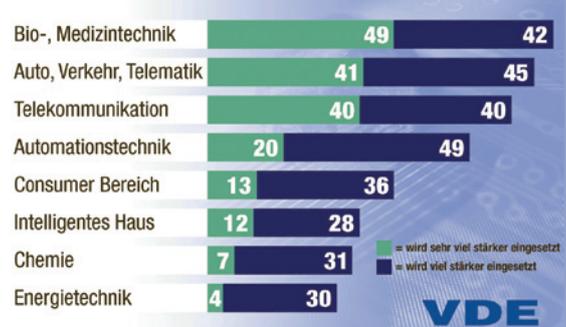
dass die Bio- und Medizintechnik zukünftig eine sehr viel stärkere Rolle spielen wird. 56 Prozent der befragten Unternehmen mit Sitz in den USA sehen dies so, während nur 46 Prozent der deutschen Unternehmen dies erwarten.

Die USA sind aus deutscher Sicht in den Bereichen Elektronik/Mikroelektronik, Informationstechnik, Software und Computing anerkannter Innovationsführer. Experten aus amerikanischen Unternehmen glauben mehr als ihre Kollegen in deutschen Firmen, dass Europa im Bereich Elektronik stärker zu den USA aufschließen wird. Genau umgekehrt verhält es sich mit der Informationstechnik: Deutsche Fachleute rechnen mehr als diejenigen in US-Firmen mit einer Annäherung Europas an die USA.

Spitzenpositionen behauptet Europa – und hier vor allem Deutschland – bei Mikrosystem-, Nano- sowie Medizintechniken. Asien – und dort an vorderster Front Japan – liegt in den Bereichen Elektronik/Mikroelektronik klar und beim Computing leicht vor Europa. Die technologischen Kräfteverhältnisse könnten sich bis 2010 nach Meinung der Experten verschieben: Europa dürfte im Bereich Elektronik/Mikroelektronik weiter aufholen, Asien zu Lasten der USA beim Computing. Hier rechnen die Fachleute mit einer Überraschung: Indien wird beim Aufholprozess ein schnelleres Tempo vorlegen als Japan.

Will Deutschland seine führende Stellung als Innovationsstandort weiter stärken, sind grundsätzliche Verbesserungen nötig, so die befragten Experten. Sie fordern eine effektivere Forschungsförderung und eine sinnvolle Bildungspolitik. Als Standortnachteile nennen sie die Verlagerung von F+E-Aktivitäten ins Ausland, fehlende Fachleute, zu wenig Engagement der Politik sowie eine restriktive

Zukünftiger Einsatz von Schlüsseltechnologien
Alle Branchen, Angaben in %



Schlüsseltechnologien finden laut Expertenmeinung ihr Einsatzgebiet künftig vorrangig in der Bio- und Medizintechnik, vor allem in der Diagnostik, Chirurgie und bei Implantaten.

öffentliche Förderung. Letzteren Faktor beurteilen besonders Experten aus deutschen US-Unternehmen als Innovationshemmnis, möglicherweise vergleichen sie Deutschland mit den USA. Mangelnde Technikakzeptanz stufen die Befragten dagegen weniger dramatisch ein. Unverzichtbar sei allerdings eine bessere Vernetzung von Forschung und Unternehmen.

Dieses Thema greift der VDE mit dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Infrastrukturprojekt IMEX (Implantierbare und extrakorporale modulare Mikrosystemplattform) auf, das in die VDE-Initiative Mikromedizin integriert ist.

Welche Faktoren hemmen in Deutschland Innovationen besonders? 75 Prozent der Befragten bemängeln ein schlechtes Innovationsklima, 72 Prozent geben die Schuld der schlechten Ausbildung an Schulen – wohl ein PISA-Effekt.

Innovationshemmende Faktoren in Deutschland
Alle Branchen, Angaben in %



Erbium, Eisen und Gold – Verhalten nanoskaliger Verbände

Mikroskope enthüllen immer mehr Details

Nützliche Anwendungen der interdisziplinären Nanotechnik wie photonische Kristalle (siehe CLB 11/2002) oder Kohlenstoffnanoröhren (siehe CLB 12/2002) stehen kurz vor der wirtschaftlichen Nutzung durch die Großindustrie. Nun arbeiten Forscher verstärkt daran, die Grundlagen für ein umfassendes Verständnis der Vorgänge im Nanobereich zu schaffen. Transmissionselektronenmikroskop und Rastertunnelmikroskop zum Beispiel leisten gute Dienste bei der Beobachtung der Entstehung von Nanokristallen. Und ganz nebenbei entdecken die Wissenschaftler auch immer wieder neue Einsatzmöglichkeiten für ihre Forschungsobjekte – hauptsächlich in der Informations- und Biotechnik.

Einer Physikerin am Institut für Festkörperphysik der Friedrich-Schiller-Universität Jena gelang es jetzt erstmals, die schrittweise Bildung von Nanokristallen aus einzelnen Atomen in nanometerdünnen Schichten von Siliciumcarbid zu beobachten. Mit ihren Beobachtungen haben Dr. Ute Kaiser, ihre amerikanischen, russischen und japanischen Kollegen einen langwährenden theoretischen Disput über die Entstehungsweise von Nanokristallen entschärft und Grundlagen zur Nutzung von Siliciumcarbid für elektronische Chips geschaffen.

Kaisers Aufnahmen mit dem Transmissionselektronenmikroskop zeigen, dass die „Keim“-Atome der Kristalle zu haarfeinen Unregelmäßigkeiten in der Sili-

ciumcarbidschicht wandern und es nicht spontan irgendwo zur Kristallbildung kommt, wie ein Teil der Theoretiker vermutete. Solche Informationen sind wichtig, da Siliciumcarbid als Nachfolger des heute bei der Chipherstellung verwendeten Siliciums gilt. Obwohl als Rohstoff teurer, ist es wesentlich widerstandsfähiger. Es behält seine elektronischen und optischen Eigenschaften zum Beispiel auch bei sehr hohen Temperaturen. Die Nanokristalle wiederum könnten sich als Bausteine zukünftiger Nano-Schaltkreise entpuppen. Regt man die in Siliciumcarbid eingebetteten Kristalle mit Licht oder elektrisch an, senden sie je nach Kristallgröße Licht bestimmter Wellenlänge aus.

Ausgangspunkt der Forschungen ist Siliciumcarbid, in das man Erbium- und Germanium-Ionen einbringt. Mit Hilfe der Transmissionselektronenmikroskopie wird die dünne Siliciumcarbidschicht (50-100 Nanometer) mit Elektronen, die nahezu Lichtgeschwindigkeit haben, durchschossen. Treffen diese Elektronen beim „Durchschuss“ auf verschiedene Atome, werden sie verschieden abgelenkt. Die abgelenkten Elektronen rufen einen unterschiedlichen Kontrast im Bild hervor. So entstehen Bilder der Nanokristalle, die auch Aussagen über die – je nach eingebrachtem Fremdatom – unterschiedlichen Kristallstrukturen zulassen.

„Eisenräder“ als qbits?

Entmagnetisierung ist in der Tieftemperaturphysik eine Routinemethode zur Abkühlung

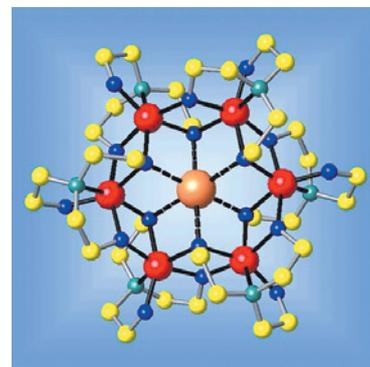


Abbildung 1: Strukturdarstellung eines „Eisenrads“: um ein zentrales Natriumatom (orange) gruppieren sich sechs Eisenatome (rot), die für die magnetischen Eigenschaften des Moleküls verantwortlich sind (Abbildung: Universität Erlangen-Nürnberg).

auf wenige Milli-Kelvin. Dazu schwächt man ein an paramagnetisches Material angelegtes magnetisches Feld langsam ab. Erlanger Physiker um Prof. Dr. Paul Müller haben nun den umgekehrten Weg eingeschlagen: sie erzielten eine Abkühlung, indem sie das Magnetfeld erhöhten.

Sie demonstrierten die Methode an molekularen Nanomagneten, „Eisenrädern“ mit einer Grundstruktur von sechs ringförmig miteinander verbundenen Eisenionen (Abbildung 1). Die magnetischen Momente der Eisenionen wechselwirken bei tiefen Temperaturen so, dass das gesamte Molekül nichtmagnetisch ist. Übersteigt das magnetische Feld einen bestimmten Wert, springt das Molekül in einen magnetischen Zustand. Bringt man ein solches Molekül in ein Magnetfeld oberhalb der „Sprungfeldgröße“ und schwächt das magnetische Feld dann ab, sinkt die Temperatur des Systems.

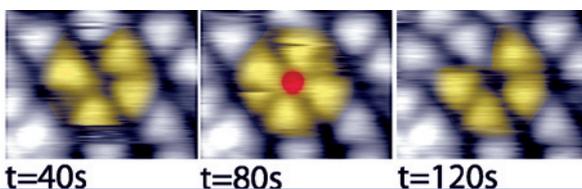


Abbildung 2: TMA-Moleküle binden in einer flachen Adsorptionsgeometrie auf einer Kupferoberfläche. In der zeitlichen Abfolge von STM-Aufnahmen sind die thermischen Bewegungen einzelner Moleküle auf der Oberfläche sichtbar. Wird von ihnen ein in der Umgebung diffundierendes Kupfer-Atom eingefangen, kann sich eine kleeblattförmige Cu(TMA)₄ Koordinationsverbindung bilden.

(adiabatische Entmagnetisierung) Neu ist, dass die Temperatur auch dann sinkt, wenn man ein solches Molekül in ein Null-Magnetfeld bringt und anschließend die Feldgröße steigert.

Nanomagnete könnten eines Tages die Grundbausteine (qbits) von Quantencomputern sein. Die adiabatische Entmagnetisierung, mit der man bereits eine Temperatur von etwa 50 Nano-Kelvin in Kupfer erreichte, gilt jetzt schon als mögliche Technik, um Haushaltskühlschränke ohne schädliche Kühlmittel zu bauen.

Chirale „Eisenkleeblätter“

Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart beobachteten mit einem Rastertunnelmikroskop (scanning tunneling microscopy – STM) erstmals, wie kreiselnde Moleküle einzelne Metallatome einfangen und chemisch binden.

Sie konnten die Bildung und das Verhalten einzelner Metall-Molekül-Komplexe direkt beobachten und steuern. Dazu brachten sie einen vergleichsweise einfachen molekularen Baustein – 1,3,5-Benzoltricarbonsäure (trimesic acid, TMA) – auf ein Kupfersubstrat, um direkte Einblicke in die Entstehung von Koordinationsverbindungen an einer Oberfläche zu erhalten. Auf dem Substrat sind bei Raumtemperatur hochmobile einzelne Kupfer-Atome vorhanden, die mit den reaktiven tma-Liganden wechselwirken können. Mit Hilfe eines Rastertunnelmikroskops verfolgten die Wissenschaftler die Bewegungen einzelner Moleküle und beobachteten, wie die rotierenden tma-Moleküle für einzelne Kupfer-Atome wie eine dynamische „Atomfalle“ wirken. Es entstanden kleeblattförmige Komplexe ($\text{Cu}(\text{TMA})_4$) aus einem Kupfer-Atom und vier TMA-Molekülen, die bald wieder zerfielen (Abbildung 2). Die Beobachtung einzelner Molekülkomplexe zeigte, dass die Lebensdauer dieser Verbindungen entscheidend von der jeweiligen lokalen chemischen Umgebung abhängt.

In einem zweiten Experiment synthetisierten die Forscher einen verwandten kleeblattförmigen Komplex aus Eisenatomen und tma-Molekülen, indem sie die beiden Reaktanten unter geeigneten Bedingungen wiederum auf ein Kupfersubstrat aufbrachten. Da in diesem Fall zwischen dem zentralen Eisen-Atom und den Carbonsäure-Liganden eine stärkere Wechselwirkung besteht, besitzt dieser Komplex eine größere thermische Stabilität, deutlich kürzere Bindungsabstände und eine andere Geometrie. Bei einer detaillierten Analyse der Bindungen stellten die Stuttgarter Forscher fest, dass dieser metallorganische Komplex in zwei spiegelsymmetrischen Konfigurationen vorliegt (Abbildung 3). Im vorliegenden Fall sind die gebildeten $\text{Fe}(\text{TMA})_4$ -Komplexe in zwei Dimensionen chiral, wobei das Eisen-Atom das chirale Zentrum bildet.

Die gezielte Verknüpfung von Metallatomen mit organischen Molekülen auf Oberflächen eröffnet vielfältige Perspektiven für Forschung und Anwendung. Zur Zeit arbeiten die Stuttgarter Forscher an der kontrollierten Synthese von räumlich geordneten Netzwerken von Eisen und organischen Liganden. Aufgrund der magnetischen Eigenschaften der eingebundenen Eisenatome sind diese Netzwerke beispielsweise auch von großem Interesse für magnetische Speichertechniken.

Enzyme mit Gold-Antennen

Wissenschaftler vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) nutzen elektromagnetische Felder in der Größenordnung von Radiowellen zur Kontrolle von Biomolekülen. Dabei dient ein Nanokristall aus Gold als Antenne. Im ersten Schritt hängen die Wissenschaftler ein winziges Goldpartikel an das Enzym. Diese Nanopartikel nutzen die Energie des eingeschalteten Feldes, um das Enzym funktionslos zu machen. Ist das Feld abgeschaltet,

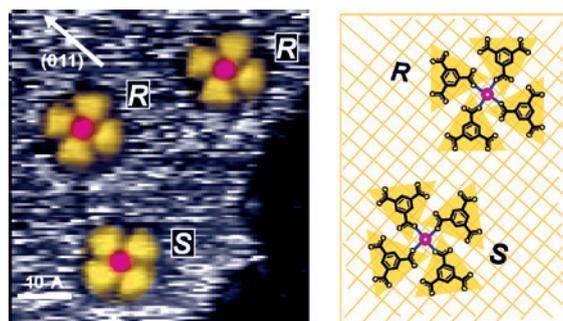
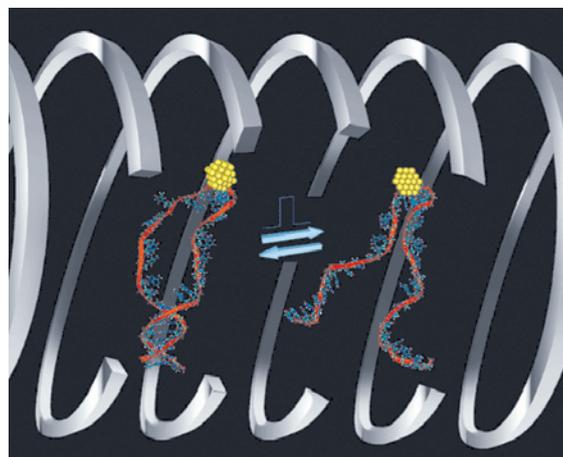


Abbildung 3: Synthese von $\text{Fe}(\text{TMA})_4$ -Komplexen auf einem Kupfersubstrat. Aufgrund einer korrelierten Drehung der vier TMA-Liganden im oder entgegen dem Uhrzeigersinn entstehen spiegelsymmetrische links- beziehungsweise rechtshändige Verbindungen, die mit R und S bezeichnet sind. Damit liegt bei diesem System eine zweidimensionale Chiralität vor (Abbildung 2 und 3: Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung).

nimmt das Enzym seine Funktion wieder auf.

Ein kovalent an DNA gebundener Nanokristall erhitzt sich unter dem Einfluß eines induktiv gekoppelten Feldes und gibt anschließend lokal sehr eingeschränkt die Wärme an seine Umgebung ab. So denaturiert die DNA, an die er gebunden ist, während Nachbarmoleküle relativ unbeeinflusst bleiben. Da gelöste Biomoleküle Wärme in sehr kurzer Zeit (etwa 50 Pikosekunden) weiter verteilen können, ist der Schaltvorgang reversibel. So könnte man Zellen zum Beispiel mit der Fähigkeit periodisch zu leuchten ausstatten oder Enzyme ein- und ausschalten (Abbildung 4). MB

Abbildung 4: Darstellung der Fernsteuerung einer DNA-„Haarnadel“ mit Radiofrequenzen. Lokal entwickelt sich Hitze und öffnet so die Haarnadel (Abbildung: MIT).





Zunächst erzeugt Georg Schwedt mit einfachen Mitteln eine blaue Substanz in einem Sektklas, und dann erfahren die erstaunten Zuhörer: Die gleiche Substanz dient als Farbe für den Himmel des historischen Gemäldes – Chemie und Kulturgeschichte vereint, hier in Schloss Ludwigsburg bei Stuttgart (Foto: Kickuth).

Georg Schwedt
**Chemische Experimente
 in Schlössern, Klöstern
 und Museen**

Aus Hexenküche und Zauberküche



WILEY-VCH

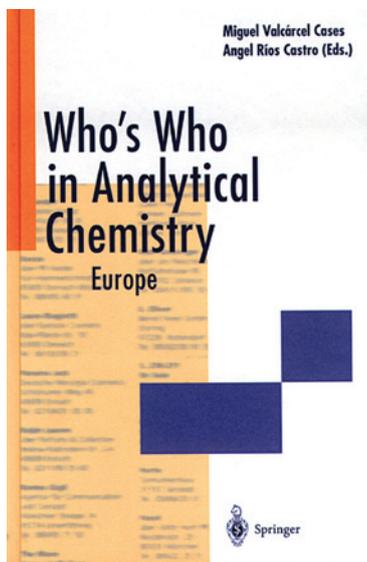
Fürstlicher Spaß mit Chemie

Georg Schwedt: **Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen**; 239 Seiten; 76 schwarz-weiße Abbildungen; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2002; ISBN 3-527-30669-2; 29,90 Euro.

Wohl einer der gefragtesten Vortragenden in diesem Jahr der Chemie dürfte CLB-Mitherausgeber Prof. Georg Schwedt sein, aus gutem Grund: Er versteht es, Erläuterungen über Chemie mit unserem alltäglichen Umfeld zu verbinden – oder auch mit dem von einigen hundert Jahren zuvor. Ob es um Tinte, Farben, Genussmittel, Zündhölzer, Pharmazeutika oder gar den Stein der Weisen geht: Chemie und Kulturgeschichte sind nicht voneinander zu trennen. Besonders anschaulich wird das, wenn chemische Experimente in historischem Umfeld vorgeführt werden. Zwischen Rheinsberg in Brandenburg und Tettngam am Bodensee hielt der Autor Experimentalvorträge, die diesem Buch zugrunde liegen.

Die verschiedenen Kapitel des Buches – Alchemistische Experimente, historische Apotheken, Tinten und Farben, Lebensmittel, Flammen, Chemie in Salons, in Märchen – weisen eine abgerundete Informationsfülle auf. Schwedt führt zunächst in die Geschichte der Schlösser und die Lebensumstände der Menschen damals ein, gibt grundlegende Informationen über das chemische Umfeld des zur Erläuterung anstehenden Themas, vertieft dies mit Experimenten, und für weitergehende Interessen findet man auch die eine oder andere Strukturformel sowie mit verschiedenen Methoden aufgenommene Spektren.

Das Buch baut in unterhaltsamer Weise eine Brücke zwischen der geschichtlichen Entwicklung unserer Kultur und dem chemischen Wissen unserer Zeit. Die Versuche sind bewusst einfach gehalten, werden mit allgemein verfügbaren Reagentien durchgeführt und sind zum Nachahmen empfohlen. *RK*



Anachronismus in Zeiten von Datenbanken und Internet

Miguel Valcárcel Cases, Angel Ríos Castro (Eds.): **Who's Who in Analytical Chemistry Europe**; 211 Seiten; Hardcover; Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2002; ISBN 3-540-41892-X; 49,95 Euro + MWSt.

Ziel dieses Buches soll es sein, gegenseitige Kenntnis und Kooperation unter Europas Chemikern zu erzeugen sowie jungen Chemikern und Unternehmen die Möglichkeit zu geben, nach den jeweiligen spezifischen analytischen Bedürfnissen Experten auswählen zu können.

Grundlage des Buches war die Aussendung von Befragungsbögen an die Experten, ein zeitaufwändiger Prozess, der schon nach Meinung der Herausgeber dazu geführt haben könnte, dass einige Daten nicht mehr aktuell sind. Außerdem variierte wohl das Interesse der Experten, in diesem Buch aufgeführt zu sein. Wie ist es sonst zu verstehen, dass aus Großbritannien kein Analytiker vermerkt ist, aus der chemie-aktiven Schweiz sich nur zwei Namen finden? Bei allen guten Absichten der Herausgeber stellt die Zusammenstellung von mehr als 700 europäischen Analytikern bei der Allgegenwart des Internets heutzutage sowie den Suchmöglichkeiten in Datenbanken eher einen netten Anachronismus dar. Ob man dies noch kaufwürdig findet, wenn man dafür 49,95 Euro + MWSt. zahlen muss? *RK*

Neue Broschüren

BIOGENE SCHMIERSTOFFE Die Broschüre mit Erfahrungsberichten – von der **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe** e.V. (FNR) veröffentlicht – läßt Anwender zu Wort kommen. Sie berichten aus den unterschiedlichsten Branchen über den erfolgreichen Einsatz von Bioölen. Die Broschüre kann kostenfrei bei der Pflanzenölnitiative (www.pflanzenoelinitiative.de, Tel. 0228 9857999) angefordert werden.



NEUIGKEITEN AUS DER ATMOSPHERE Die Publikation aus dem **Institut für Meteorologie** in Leipzig beantwortet Fragen zu Luft, Ozon, Sturm, Starkregen und Klima. Das noch druckfrische Heft widmet sich in mehreren, auch für den interessierten Laien verständlichen und anschaulich illustrierten Beiträgen aktuellen Aspekten. Das Heft ist über das Institut für Meteorologie (0341 9732850 oder staake@rz.uni-leipzig.de) zum Preis von 15 Euro erhältlich.



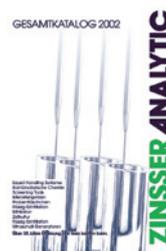
LABORCHEMIKALIEN Auf circa 400 Seiten finden Sie mehr als 3300 Fisher Laborchemikalien und etwa 1200 Acros Fein-Chemikalien. Von Lösungsmitteln, Standards und Puffern bis hin zum brandneuen Angebot an Reagenzien für die Karl Fischer-Titration sowie Einzel- und Multi-Elementstandards für die ICP und AAS – in diesem Katalog finden Sie qualitativ hochwertige Chemikalien für die tägliche Laborroutine. Unter www.de.fishersci.com finden Sie weitere Informationen.



„GUT BERATEN – BESSER VERSORGT“ heißt die neu aufgelegte Broschüre des Versorgungsdienstleisters Chemfidence GmbH, eines Unternehmens der Infraserve Höchst Gruppe. Die Broschüre gibt einen Überblick über die Produkte, Versorgungsdienstleistungen und e-Procurement-Lösungen, die chemfidence speziell für Unternehmen der Prozessindustrie anbietet. Sie kann angefordert werden bei der chemfidence Hotline: 069 3055900, über Fax: 069 30582500 oder per E-Mail: info@chemfidence.com.



LIQUID HANDLING Als Spezialist im Liquid Handling liefert Zinsser nicht nur Platten und Fläschchen, sondern auch die notwendigen Geräte zur automatischen Bearbeitung wie Pipettiersysteme von Nanoliter bis Milliliter, Beschichtungsanlagen für Elisa, Dosiersysteme für flüssige Medien und Pulverdosisierung, Tools für organische und kombinatorische Chemie von der Synthesvorbereitung bis zur Aufarbeitung und Einlagerung von Substanzen, Automatisierungslösungen für High Throughput Screening, Mikro-Dosiersysteme und Lagereinrichtungen, alles samt Zubehör wie Lagerfläschchen und Mikroliterspritzen. Fordern Sie den Katalog an unter Tel. 069 7891060 oder info@zinsser-analytik.com.



TERMINE

03. -- 04.02.2003

05. -- 06.02.2003

Grundkurs Konfokalmikroskopie

Fortbildungsveranstaltung von Leica Microsystems in Bensheim; der entsprechende Kurs in englischer Sprache findet am 10./11. und 12./13. Februar statt
Tel 06251 1360; www.leica-microsystems.com

25.02.2003

Analysenmesstechnik in Wasser und Abwasseranlagen

Seminar der M. K. Juchheim GmbH (Jumo) in Fulda
Tel. 0661 6003238; www.jumo.net/Seminare

10. -- 12.03.2003

Die Analytik von Schadstoffen im Abwasser

Kurs im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe in Eggenstein-Leopoldshafen
Tel. 07247 824801; <http://fortbildung.fzk.de>

18. -- 19.03.2003

Kompaktwissen für den Pharma Manager

Intensiv-Seminar vom Pharmaceutical Training Institute in Frankfurt am Main
Tel. 06196 585131; www.pti-aktuell.de

20. -- 21.03.2003

Rüstungs- und militärische Altlasten

Workshop vom Umweltinstitut Offenbach in Offenbach
Tel. 069 810679; www.umweltinstitut.de

24. -- 25.03.2003

Betriebsanweisungen in der Chemie

Seminar vom Haus der Technik e.V., Essen
Tel. 0201 18031; www.hdt-essen.de

27.03.2003

Wege zur quantitativen Sicherheitsbetrachtung der IEC 61511

Kolloquium der Dechema in Frankfurt am Main
Tel. 069 7564272; www.dechema.de

27. -- 28.03.2003

Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten

Kurs im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe in Eggenstein-Leopoldshafen
Tel. 07247 824801; <http://fortbildung.fzk.de>

Gekühlte Tischzentrifuge für die Routine

Mit der neuen gekühlten Tischzentrifuge 5702 R erweitert die Eppendorf AG ihre Modellpalette zwischen den Klassikern Centrifuge 5417 R und Centrifuge 5804 R. Sie wurde speziell für medizinische Klein- beziehungsweise Zellkultur-Laboratorien konzipiert und bewältigt Routineapplikationen schnell, sicher und leise.

Die kompakte Centrifuge 5702 R kühlt schnell und zuverlässig im Temperaturbereich von minus neun Grad Celsius bis 40 Grad Celsius und hält temperatursensitive Proben auch bei maximaler Drehzahl sicher bei vier Grad Celsius. Zeitsparend sind auch die Kühlung im Standby-Modus sowie die Fast-temp-Funktion, die die Zentrifuge in weniger als einer halben Stunde von Raumtemperatur auf vier Grad Celsius bringt.



Die Centrifuge 5702 R zeichnet sich durch intuitive und komfortable Bedienung aus. Die eingestellten Werte werden anschaulich auf dem digitalen Display dargestellt, durch Piktogramme werden gewählte

Funktionen visualisiert. Zwei Programmtasten ermöglichen das Abspeichern von Standardeinstellungen und zahlreiche Sonderfunktionen erweitern die möglichen Applikationen.

Drei Rotore, ein Festwinkel- und zwei Ausschwingversionen, stehen für die Zentrifuge zur Verfügung. Den Anforderungen des Laboralltags entsprechend wurden sie so konzipiert, dass außergewöhnliche Variabilität, große Kapazität und einfache Handhabung keinen Widerspruch darstellen. Die Fassungsvermögen betragen maximal 30 x 15 Milliliter, 4 x 90 beziehungsweise 8 x 15 Milliliter. Eine Vielzahl von Adaptern runden das Programm ab.

Alle Rotore und Zubehör sind autoklavierbar (121 Grad Celsius, 20 Minuten), außerdem ist auch die aerosoldichte Zentrifugation möglich. Bei allen Rotoren wurde auf hohe Sicherheit, Laufruhe und minimale Rückmischrate geachtet.

Der wartungsfreie Antrieb sorgt für eine kurze Anlaufzeit von unter 25 Sekunden bis zur maximalen Drehzahl von 4400 pro Minute, einstellbar in 100er Schritten ab 100 pro Minute. Selbstverständlich erfüllt die Centrifuge 5702 R die Anforderungen der internationalen Sicherheitsnorm IEC 1010-2-020 und ist damit die ideale Ergänzung für jeden Arbeitsplatz in Routinelaboratorien.

Eppendorf AG
D-22331 Hamburg

Tel 040 538010 Fax 040 53801556

www.eppendorf.com

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

www.clb.de

Digitale Bildauflösung für die Mikroskopie

Olympus stellt die neue digitale Kamera DP70 für den professionellen Einsatz in der Mikroskopie vor. Die DP70 basiert auf einer innovativen CCD-Shift Technologie – die leistungsfähige Hardware ermöglicht eine Datenübertragungsrate in Life-Bild-Qualität.



Der CCD-Sensor mit SVGA Auflösung wird mit hoher Frequenz verschoben und generiert so eine physikalische Bildauflösung von 4080 x 3072 Bildpunkten – eine Gesamtzahl von 12,5 Mio. Bildpunkten bei einer Übertragungszeit von drei Sekunden pro Bild. Zur optimalen Auswahl des Bildbereiches und zur abbildungsscharfen Fokussierung des Bildes im LifeModus ermöglicht die Kamera eine Wiederholrate von 15 Bilder pro Sekunde bei einer Bildauflösung von 680 x 512 Bildpunkten.

Binning Modi von zwei auf zwei, bzw. vier auf vier Bildpunkte erlauben die klare und deutliche Bildkontrolle auch bei lichtschwachen Fluoreszenzen im Life-Modus ohne jede Verzögerung.

Die drei Farbkanäle des RGB-Bildes werden mit je 12 Bit digitalisiert. Diese hohe Signaldynamik gewährt bei Einsatz einer Peltier-Kühlung des CCD-Sensors ein op-

timales Signal/Rausch-Verhältnis und einen extrem rauscharmen Bildhintergrund.

Um allen modernen Bildarchivierungs- und Bildanalyseprozessen in biowissenschaftlichen und industriellen Einsatzbereichen Rechnung zu tragen, ist die DP70 in die Analysis-Produktfamilie der Soft Imaging System GmbH in vollem Funktionsumfang integriert – dem anspruchsvollen Nutzer bieten sich damit alle Vorteile dieser Kombination aus modernster Kameratechnologie und einem erfolgreichen Softwarekonzept.

Olympus Optical Co.
Wendenstr. 14-18 D-20097 Hamburg
Tel 040 237730 Fax 040 230761
www.olympus-europa.com

Messung von PH₃ in Acetylen

Die Dräger Safety (Lübeck) gibt die Entwicklung des neuen Prüfröhrchens Phosphorwasserstoff 0,1/b in Acetylen (Bestellnummer 8103341) bekannt. Es findet Einsatz in der Reinheitsmessung bei der Herstellung von Acetylen. Der Messbereich reicht bei zehn Pumpenhüben von 0,1 bis 1 ppm und bei einem Pumpenhub von 1 bis 15 ppm. Das Dräger-Röhrchen-Messsystem besteht aus einem schadstoffspezifischen Prüfröhrchen und einer Dräger-Gasspürpumpe. Jedes Dräger-Röhrchen enthält ein hochempfindliches Reagenzsystem, das präzise Messergebnisse liefert. Mit diesem System sind Schadstoffmessungen zum Beispiel im Rahmen der Arbeitsplatzanalyse, der Erfassung von Konzentrationsspitzen, bei Spotmessungen oder der Bestimmung von Durchschnittskonzentrationen möglich.

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstr. 1 D-23560 Lübeck
Tel 0451 8820 Fax 0451 8822080
www.draeger-safety.de

Ultraschall-Durchflussmessung

Das Ultraschall-Durchflussmessgerät mc 3440 von Schubert & Salzer Control Systems GmbH ist speziell für den Kleinmengenbereich entwickelt worden. Das berührungslose Messprinzip gibt neben der Messgröße Durchfluss über einen zweiten Ausgang auch Zusatzinformationen über das fließende Medium selbst.

Das Durchflussmessgerät eignet sich für kleine Volumenströme von 0,01 bis zu 3 Liter pro Sekunde in Rohrleitungen mit Nennweiten von DN 6 bis DN 20. Durch das rückwirkungsfreie, weil berührungslose Ultraschall-Messprinzip wird über die Differenzermittlungen der Laufzeiten von Ultraschallimpulsen mit und gegen die Strömungsrichtung ein exaktes Maß für die Strömungsgeschwindigkeit und somit für den Durchfluss ermittelt. Der besondere Vorteil dieses Messprinzips ist die Unabhängigkeit von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des zu messenden Mediums, insbesondere muss das Medium nicht elektrisch leitfähig sein.

Eine weitere Möglichkeit des Ultraschallprinzips ist die kontinuierliche Messung der Dämpfung des Ultraschallsignals durch das Medium auf dem Weg vom Sender zum Empfänger. Dieses Messsignal wird an einem zusätzlichen Ausgang – neben dem Signal für den Durchflussmesswert – als Dämpfungssignal zur Verfügung gestellt. Aus den Veränderungen dieses Dämpfungssignals lassen sich eindeutige Rückschlüsse auf spezifische Eigenschaften des Mediums ableiten. Auf diese Weise kann zum Beispiel festgestellt werden, ob sich Fremdpartikel oder Gasblasen im Medium befinden. Es ist auch möglich, dieses Dämpfungssignal für eine eindeutige Identifikation des Mediums zu nutzen. So ist beispielsweise die akustische Dämpfung einer Reinigungsflüssigkeit eine völlig andere als die eines Produktes, so dass sich nützliche Zusatzinformationen

über das in der Rohrleitung befindliche Medium ergeben. Durch die parallele Messung der akustischen Dämpfung des Mediums können mit diesem Ultraschall-Durchflussmessgerät auch Veränderungen des Mediums signalisiert werden.

Schubert & Salzer Control Systems GmbH
D-85009 Ingolstadt
Tel 0841 9654570 Fax 0841 9654579
www.schubert-salzer.com

Mikro-Miniaturventil

Bio-Chem Valve hat ein neues Magnet-Absperrventil auf den Markt gebracht. Das 9,65 Millimeter Durchmesser große inerte Ventil ist für hochreine oder aggressive Chemikalien ausgelegt und besticht durch seine kompakte Größe und sein geringes Gewicht. Es ist in drei Varianten (Anschlüsse an der Seite, Anschlüsse unten und Montage im Verteilersystem) erhältlich. Einsatzbereiche des Ventils sind zum Beispiel portable Liquid Handling Produkte, Maschinen für repetitive Probenentnahmen und Instrumente, bei denen mehrere Durchflusswege in einem kleinen Bereich gesteuert werden müssen.

Bio-Chem Valve Inc.
85 Fulon Street, Boonton, NJ 07005, USA
Tel +1 973 2633001
Fax +1 973 2632880
www.bio-chemvalve.com



Einfacher Start in die digitale Mikroskopie

Olympus präsentiert das digitale Mikroskop MIC-D – ein neuartiges Konzept der inversen Lichtmikroskopie als anwenderfreundliche Lösung für die kostengünstige Mikroskopie-Ausstattung von Schulen, Universitäten und Laboren. Mikroskopische Präparate können damit stufenlos zoomvergrößert direkt auf einem angeschlossenen PC dargestellt werden.



Das MIC-D überzeugt aufgrund seiner Kombination von Einstellungspräzision und optimaler Wiedergabe des beobachteten Objekts auf dem PC-Monitor bei einem Vergrößerungsbereich von 22- bis 255-fach (11,6-fach Zoom). Die hervorragende optische Auflösung des MIC-D wird von einem CCD mit mehr als 300 000 Bildpunkten zu digitalen Bildern beeindruckender Klarheit und Schärfe umgesetzt. Ein kombinierter Gleit- und Drehtisch erlaubt eine exakte Positionierung und Ausrichtung des Präparates.

Entsprechend der Art und Beschaffenheit der vorliegenden Probe lassen sich die Ausleuchtung und das Beobachtungsverfahren auswählen – so kann das MIC-D als Auf- oder Durchlichtmikroskop für opake und lichtundurchlässige oder transparente Präparate optimal genutzt werden. Zubehörkomponenten wie Polfilter erlauben darüber hinaus die Ausrüstung für spezielle Kontrastverfahren. Die im Lieferumfang enthaltene Software bietet eine klar strukturierte und leistungsfähige Benutzeroberfläche. Ein weites Spektrum an Protokoll-, Archivierungs- und Bildbearbeitungsfunktionen erschließt sich dem Anwender intuitiv. Diese ermöglichen unter anderem die Verknüpfung der Bildaufzeichnung mit Datumswerten und Anwenderkommentaren und die gestalterische Nachbearbeitung der Bilder und Einblendung von Skalierungen. Die Aufnahme von Bildsequenzen in Echtzeit oder auch im Zeitraffer bietet die Möglichkeit, ein dynamisches mikroskopisches Geschehen – wie Zellwachstum oder das Zusammenwirken lebendiger Mikroorganismen zu dokumentieren. Als Bildformate stehen bei der Speicherung die etablierten Dateiformate wie z. B. „jpeg“ oder „mpeg“ für Einzelbilder oder Bildsequenzen zur Verfügung.

MIC-D erschließt in allen Anwendungsbereichen die innovativen Möglichkeiten digitaler Mikroskopie auf einfache und verständliche Weise. Damit eröffnen sich faszinierende Aussichten für die zukünftige Gestaltung von Unterrichtsstunden, wissenschaftlicher Forschung und angewandter Mikroskopie.

Das MIC-D ist in Deutschland ausschließlich über den Olympus eShop unter www.microeshop.com zu beziehen.

Olympus Optical Co.
Wendenstr. 14-18 D-20097 Hamburg
Tel 040 237730 Fax 040 230761
www.olympus-europa.com
www.micro-eshop.com

Immunofluoreszenz-Kit

Arcturus hat jetzt den ersten Immunofluoreszenzkit vorgestellt, der spezifisch im Hinblick auf die Identifizierung von Zielzellen für die Laser Capture-Mikrodissektion (LCM) und anschließende Genexpressionsanalyse entwickelt worden ist. Ein Konjugat aus Fluoreszenzfarbstoff und Antikörper markiert spezifische zytoplasmatische oder Oberflächenproteine der zu mikrodissektierenden Zellen. Die Histo-Gene-Färbung und Dehydrierungskits basieren auf einem speziell hierfür entwickelten Puffersystem. Die zugehörigen Protokolle erlauben eine Anfärbung innerhalb weniger Minuten, womit die mögliche RNA-Degradation minimiert wird. Gelelektrophorese und RT-PCR-Experimente mit RNA aus Histo-Gene-gefärbten Gewebeproben zeigen die Qualität der eingesetzten Nukleinsäuren.

Der Kit für die Anfärbung der Zellen enthält sämtliche Reagenzien und Materialien für die leichte, schnelle und zuverlässige Immunofluoreszenzfärbung – auch Objektträger werden mitgeliefert. Der Dehydrierungskit enthält die notwendigen Reagenzien für die Dehydrierung der Reagenzien in Vorbereitung für die LCM. Beide Kits enthalten optimierte Protokolle für die Vorbereitung von 32 Objektträgern für die LCM unter größtmöglichem Qualitätserhalt der Gewebe-RNA.

Das Histo-Gene-Protokoll kann in weniger als einer Viertelstunde durchgeführt werden, wobei die Zellen sich nur fünf Minuten lang in hydriertem Zustand befinden. Der Kit kann mit jeglichem Antikörper verwendet werden, solange er biotinyliert ist, um im Histo-Gene-Biotin/Streptavidin-System als reaktiver Bestandteil genutzt zu werden.

Arcturus GmbH
Waldecker Str. 9
D-64546 Moerfelden-Walldorf
Tel 06105 40880 oder 00800 27288787
www.arctureurope.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

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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



BIMSSTEINGRANULATE UND -MEHLE

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



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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



DEUTERIUMLAMPEN

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



KALIBRATIONSSTANDARD

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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

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

LABORCHEMIKALIEN

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

LABOREINRICHTUNGEN

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

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

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

LABORHILFSMITTEL

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



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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



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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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



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

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

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

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN



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

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



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

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



Chemie in Labor und Biotechnik

CLB-Abos 2003 mit neuen Angeboten

Die neuen Preise der Zeitschrift CLB für das Jahr 2003 in EURO spiegeln den Aufwand für das redaktions- und nicht anzeigengetriebene Konzept des Magazins wider. Die Kostenentwicklungen zwingen uns, die meisten Preise zu erhöhen – die fünf Jahre lang stabil blieben.

Schulen und Hochschulen erhalten persönliche Abonnements!

Firmen bieten wir günstigste Marketingleistung an – durch unser Bezugsquellenverzeichnis!

Das Staffelpreismodell kommt denjenigen Firmen entgegen, die entsprechend der Lesegewohnheit in ihrer Firma mehrere Exemplare abonnieren; **ab 9 Abonnements ist die CLB sogar billiger als bisher.**

Alle Firmen mit Einzel- oder Mehrfachabonnement erhalten auf Wunsch nach Druck der Ausgaben des Jahres 2003 eine **CD-ROM mit allen Ausgaben als PDF-Dateien zum reinen Material- und Versandpreis von 3 EURO.**

Ebenso bieten wir günstige Bedingungen zum **Einspeisen der aktuellen CLB-Ausgaben ins Intranet** an. Wir liefern sie nach individuellen Vereinbarungen monatsaktuell per e-Mail.

Das Beste: Alle Firmen-Abonnenten haben die Möglichkeit, äußerst günstig einen Eintrag pro Abonnement im

Bezugsquellenverzeichnis der CLB zu setzen: Für die Ausgaben Februar – Dezember 2003 berechnen wir nur 1,80 EURO pro Zeile und Heft (40 % des Normalpreises!); ein typischer Eintrag mit 4 Zeilen kostet 2003 (noch 10 Ausgaben ab März; Anzeigenschluss 7. März) somit nur 72 EURO (zuzüglich MWSt)!

Wir hoffen, Sie nutzen die zusätzlichen Möglichkeiten, die sich durch unsere neue Preisgestaltung für Sie ergeben!

Bitte wenden Sie sich einfach per e-Mail an uns: service@clb.de

Aboart	Abopreis/Stück	Versand Inland	Versand Ausland	Gesamt Inland	Gesamt Ausland*
persönliches Abo	87,00	12,80	23,20	99,80	110,20
ermäßigtes persönliches Abonnement	67,10	12,80	23,20	79,90	90,30
Firmenabo mit: 1 Abonnement	119,50	12,80	23,20	132,30	142,70
2 Abonnements	109,70	23,50	34,10	242,90	253,50
3 Abonnements	109,70	26,40	45,10	355,50	374,20
4 Abonnements	98,70	29,30	45,10	424,10	439,90
5 Abonnements	98,70	35,10	49,20	528,60	542,70
6 Abonnements	88,40	41,00	49,20	571,40	579,60
7 Abonnements	88,40	46,60	57,00	665,40	675,80
8 Abonnements	77,70	53,60	57,00	675,20	678,60
9 Abonnements	77,70	56,70	61,50	756,00	760,80
10 Abonnements	70,50	60,80	64,60	765,80	769,60

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

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

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. Damit sind Sie ständig informiert über aktuelle Entwicklungen in der Chemie, können diese mit der präsenten Kenntnis der Grundlagen klassifizieren, bewerten und nutzen!

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail



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

www.clb.de

*von iwv-registrierten Zeitschriften
laut iwv-Auflagenliste 2/2002 in der Kategorie
Fachzeitschriften: Wissenschaftliche Zeitschriften (09),
außer Mitgliedszeitschriften wissenschaftlicher Gesellschaften