

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

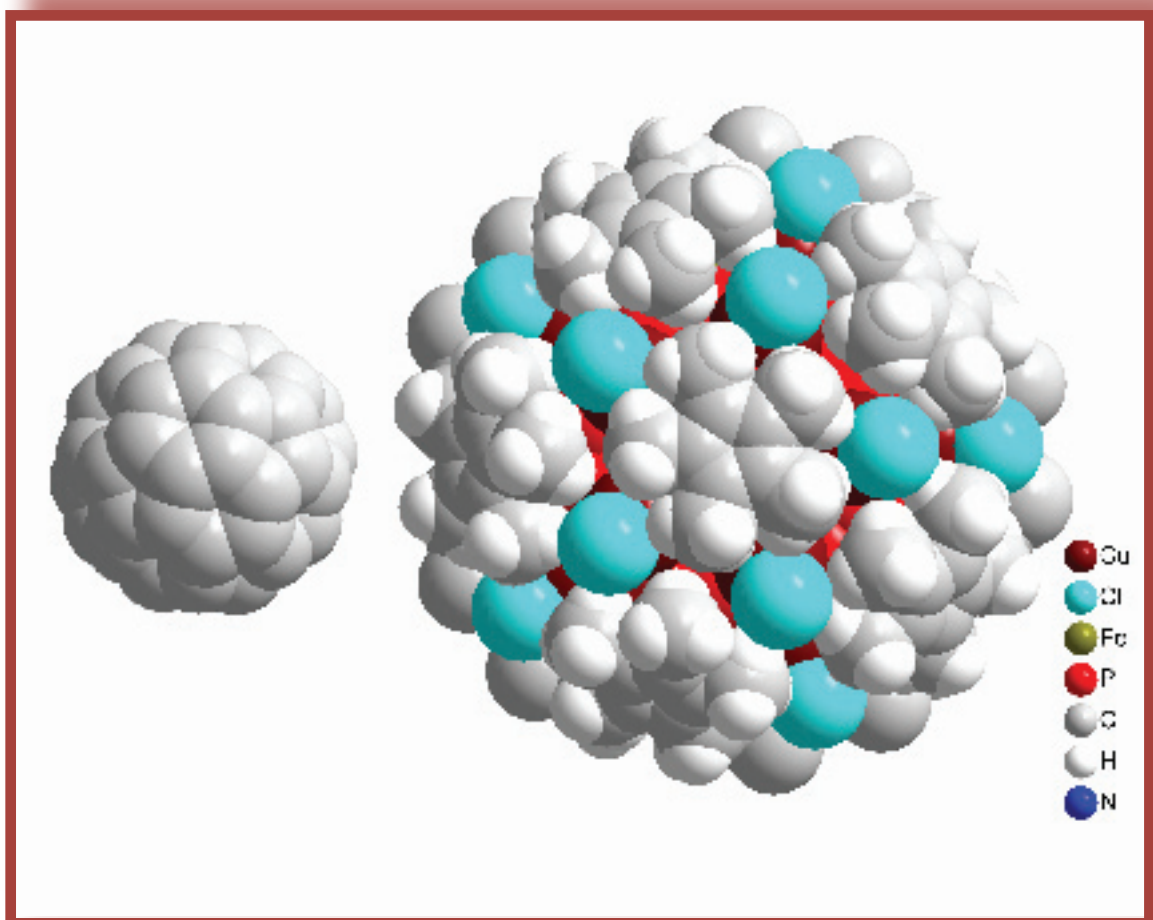
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Nitrobenzoxadiazol
- Kohlenhydrate
- Anthocyane
- Windkraft
- Titration

Flavone und Anthocyane

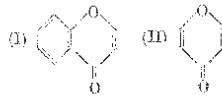
Über Natur und Bestimmung von Pflanzenfarbstoffen

Von Dipl.-Chem. Dieter Osteroth, Mülheim/Ruhr

Seit den grundlegenden Arbeiten von R. Willstätter und St. v. Kostanecki gehören die im Pflanzenreich weit verbreiteten Anthocyane und Flavone zu gut bekannten Naturstoffen, die sich in zahlreichen roten, violetten und gelben Blütenblättern sowie auch in Wurzeln, Hölzern, Rinden usw. vorfinden.

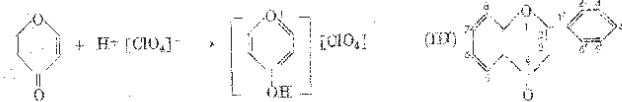
Zu dem ursprünglich rein wissenschaftlichen Interesse an der Erforschung dieser interessanten Verbindungen kommt heute noch die pharmazeutische Bedeutung der Flavone hinzu, die sich gut bewähren in der Therapie der Herz- und Kreislaufkrankungen, zur Herabsetzung der Kapillarpermeabilität sowie auch in der Dermatologie¹⁾ bei der Behandlung nässender und juckender Ekzeme. Auch die harntreibende Wirkung verschiedener Flavone ist schon längere Zeit bekannt. Ferner werden Flavone als Antioxydantien in der Lebensmittelindustrie verwendet; auf Grund ihres guten Reduktionsvermögens sowie ihrer äußerst geringen Toxizität sind sie hervorragend geeignet zum Schutz von Fetten vor dem Ranzigwerden. Gewisse Flavone fanden früher als gelbe Farbstoffe in der Färberei Verwendung. Weitere Anwendungsbeispiele werden in der Literatur genannt und unterstreichen die Bedeutung dieser Stoffgruppe für Chemie und Medizin.

Der Grundkörper der Flavone ist das Chromon — Benzo- γ -pyron (I):



Die Flavone leiten sich letzten Endes also vom γ -Pyrone (II) ab, das auch Grundkörper von anderen Naturstoffen ist, von denen hier nur die beiden Pflanzensäuren Chelidonsäure und Mekonsäure genannt seien, die sich in einigen Pflanzen, z. B. an Alkaloide gebunden, vorfinden.

Zum Verständnis des chemischen Verhaltens der Flavone sei vorausgeschickt, daß γ -Pyrone mit genügend starken Säuren, etwa Überchlorsäure, Oxoniumverbindungen liefert, in denen der Sauerstoff formal 4wertig auftritt:

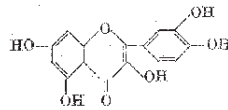


Der einfachste Vertreter, Flavon, gab dieser Farbstoffgruppe den Namen; chemisch ist er genauer als 2-Phenyl-benzo- γ -pyron zu bezeichnen: (III). Flavon ist jedoch noch kein Farbstoff; es bildet farblose, bei 100 °C schmelzende

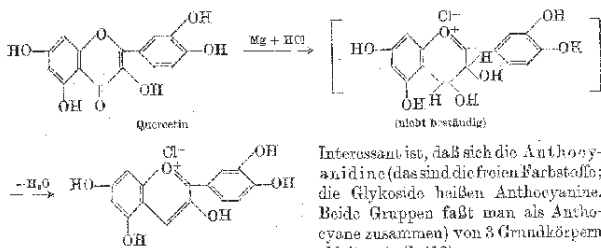
¹⁾ Dermatologie == Lehre von den Erkrankungen der Haut.

Die CLB berichtet seit ihrer Gründung 1950 verständlich über ein breites Spektrum der Chemie und verwandter Wissenschaften, so auch über Naturstoffchemie. Schon 1957 waren beispielsweise Anthocyane einen Übersichtsartikel wert, den wir hier und auf Umschlagseite 3 wiedergeben. Auch jetzt dürfte er noch von Interesse sein, nicht nur bei dem Jungforscher Stephen Schulz. Er stellt in dieser CLB ab Seite 296 seine Arbeiten zu dem Thema vor, die er im Rahmen des Wettbewerbs „Jugend forscht“ durchgeführt hat.

Kristalle. Der wichtigste Farbstoff, der sich von ihm ableitet, ist das Quercetin, das meist in glykosidischer Form²⁾ gebunden in Pflanzen vorkommt. Es sei das therapeutisch wichtige Rutin genannt, bei dem die OH-Gruppe in 3-Stellung an das Disaccharid Rutinose gebunden ist; Rutinose selbst liefert bei der Hydrolyse Glucose (Traubenzucker) und die Methylpentose Rhamnose.



Willstätter erkannte bereits die nahe chemische Verwandtschaft zwischen den roten und blauen bzw. violetten Anthocyanen und den gelben Flavonen und konnte letztere auch durch Reduktion mit Magnesium und Salzsäure in die entsprechenden Anthocyane überführen. Als Beispiel sei die Reduktion von Quercetin zum Cyanidin genannt:



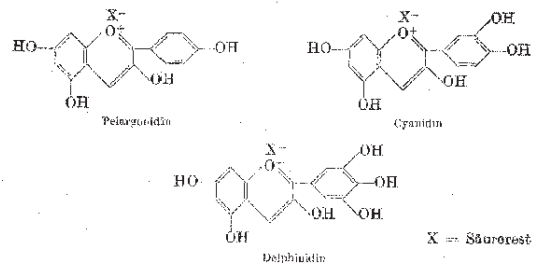
Interessant ist, daß sich die Anthocyanidine (das sind die freien Farbstoffe); die Glykoside heißen Anthocyanine. Beide Gruppen faßt man als Anthocyane zusammen) von 3 Grundkörpern ableiten (s. S. 413).

Die Mannigfaltigkeit der Anthocyane in der Natur wird dadurch bedingt, daß die OH-Gruppen teilweise methyliert sind, daß sie ferner fast stets als Glykoside auftreten (z. B. 3-Glykoside, 5-Glykoside, 3,5-Diglykoside) und daß schließlich die OH-Gruppen auch mit Säuren, z. B. Oxyzinsäure, Malonsäure usw., verestert sein können.³⁾ Auch die Flavone liegen fast stets als Glykoside vor, und auch bei ihnen sind die OH-Gruppen häufig teilweise oder ganz methyliert.

Will man nun feststellen, ob in geeigneten Pflanzenmaterialien Anthocyane, Flavone oder aber auch beide Gruppen enthalten sind, so kann man vorteilhaft die Pflanzenzelle mit verdünnter (10%iger) Ameisensäure ausziehen. Note

²⁾ Glykoside entstehen aus Zuckern und irgendeiner hydroxyreichtigen Verbindung unter Wasserstoffchemisch sind die Glykoside Acete und werden wie diese in saurer Lösung leicht hydrolysiert.

³⁾ Die echter anthocyanfarbigen Farbstoffe sind u. a. durch Zusammenwirken verschiedener Farbstoffe bedingt. So kommt z. B. die wundervolle orange-rote Farbe des bekannten Goldfisches durch Zusammenwirken eines Anthocyanins mit Carotin zustande. Carotine sind stark ungesättigte Kohlenwasserstoffe von der Summenformel C₄₀H₅₆, sie gehören zu einer anderen Gruppe ebenfalls weitverbreiteter Naturstoffe.



Farbe, die bei Zusatz von wenigen Tropfen konz. Salzsäure noch viel intensiver wird, verrät Anwesenheit von Anthocyanen. Vorhandene Flavone können ausgefärbt werden; die Oxoniumsalze verbleiben in der wäßrigen Phase. Da häufig auch Carotine die Gelbfärbung verursachen können bzw. weil häufig Chlorophyll die Farben überdeckt, muß man in solchen Fällen die ameisen-saure Lösung mit Petroläther ausschütten. Man kann auch vor dem Ausziehen mit Ameisensäure diese störenden Begleitstoffe aus dem pflanzlichen Rohstoff mit Petroläther im Soxhlet entfernen.

Um festzustellen, ob ein einheitlicher Farbstoff oder ein Farbstoffgemisch vorliegt, können chromatographische Methoden angewandt werden. Für Säulenchromatographie eignet sich bei Anthocyanen Aluminiumoxyd als Adsorptionsmittel; für Flavone ist es ungeeignet, da es diese häufig irreversibel bindet; man wendet hier z. B. Aluminiumtrisilikat an. Gute Erfolge erzielt man mit Papierchromatographie. Als Lösungsmittel eignet sich u. a. eine Mischung von Wasser-n-Butanol-Eisessig im Verhältnis 5:4:1 (organische Phase verwenden); diese Mischung ist recht beständig, und bei den im Labor üblichen Temperaturschwankungen tritt kein Entmischen ein. Durch Räuchern mit HCl-Gas werden die Anthocyane auf dem Papier als rote Flecke leicht gefunden. Flavone findet man, indem man das Papier mit einer 1% methanolischen Lösung von Zirkonoxchlorid besprüht, das mit den Flavonen unter Bildung tiefgelber Komplexe reagiert.

Von Interesse ist zunächst die Frage, ob ein Glykosid oder freier Farbstoff vorliegt. Man macht hier von einer Entdeckung Willstätters Gebrauch: Anthocyanidine sind in höheren Alkoholen (Oktylalkohol, Amylalkohol) leicht löslich; Anthocyanine (Glykoside) verbleiben in der wäßrigen Phase. Die Glykosidspaltung kann durch kurzes Kochen der stark salzsauren Lösung erreicht werden. Auch bei Flavonen kann man diesen Test benutzen: man muß sie durch sehr vorsichtige Reduktion mit Magnesium und Salzsäure in der Kälte in die

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

dass ein Supersommer Energieprobleme aufwirft zeigt wieder einmal – von vielen wohl unerwartet – die Komplexität der Umwelt, in der wir leben. Kernkraftwerke laufen wegen unzureichender Kühlwassertemperaturen auf Teillast, Flusskraftwerken geht die Antriebsenergie aus. Wir widmen uns in dieser CLB. die ja immer wieder auch das



Umfeld der Chemie beleuchtet, u.a. der Windenergie. Sie wurde einst als ökologische Energiequelle gefeiert. Ihre Massenanwendung zeigt, dass auch hier Probleme in Technik und Akzeptanz auftreten (siehe Seiten 302 – 305). Dennoch erscheint es wie die gefühlsgesteuerten Widerstände der frühen Grünen gegen die Kernenergie, wenn nun in Baden-Württemberg um den Bau von zwei großen Windanlagen auf dem „Schau ins Land“ bei Freiburg Streitereien entstehen. Den Anlagen fehlen

im Wesentlichen nur die Rotoren. Seitens BW-Wirtschaftsminister Dr. Walter Döring (studierter Anglist) wird ihnen aber nun – wohl auf Betreiben von „Landesvater“ Erwin Teufel, wie ein ARD-BW-Fernsehbericht vom 13. August mutmaßte – die Baugenehmigung streitig gemacht. Ich finde: Energiepolitik darf sich weder an Lobbyismus noch an Schönheitsempfinden (Hochspannungsleitungen in der Landschaft, Windanlagen etc.) orientieren. Grundlasten sind durch beständige Energielieferanten zu decken, möglichst umweltschonend. Da bekommt die Kernkraft Pluspunkte, aber auch die Kohle hat ihre Vorteile, die sich insbesondere aus nationalem Sicherheitsdenken ergeben. Wind kann nur eine diskontinuierliche Energie liefern. Dessen Ausmaß ist wie das der anderen Energiequellen gesellschaftlich zu diskutieren.

Ich bin ich der Überzeugung, dass langfristig die dezentrale Energieerzeugung – zusammen mit Einsparungsmöglichkeiten – eine bedeutende Lösung der entsprechenden Aufgabenstellungen darstellt. In etwa 40 Jahren wird es kein neugebautes Haus mehr geben, das nicht über große, mit Sonnenenergie-sammelndem Solarlack aus Nanopartikeln seinen Strombedarf zu großen

Teilen deckt, unterstützt durch Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Speichertechnik. Entsprechende Möglichkeiten müssen – ggf. gegen die Lobbyarbeit großer Stromkonzerne – gefördert werden. Grundsätzlich gilt es, eine Palette von elektrischen Energieerzeugern vorzuhalten, Monokulturen zu vermeiden. Wie wir aus der Landwirtschaft wissen, sind diese besonders krankheits- und schädlingsanfällig...

A propos Nanopartikel: Auch sie bergen Potenziale, die den Menschen sowohl nutzen wie auch schaden können. Heute sind Nanopartikel beispielsweise schon in Sonnencreme und Kosmetika, bald wohl auch in Zahnpasta enthalten. Das ist aber sicher erst der Anfang, Analysten sehen den Weltmarkt im Jahr 2005 bei 900 Millionen Dollar für Nanotechnik-Produkte. Die kanadische ETC-Gruppe (Action Group on Erosion, Technology and Concentration) warnt jedoch vor unzureichenden Untersuchungen auf Gesundheitsgefährdungen; man sieht Ähnlichkeiten zu Asbeststäuben nach dem Motto: Nicht nur die Stoffart, auch die Partikelgröße ist entscheidend für biologische Wirkungen. Umso wichtiger sind gute Untersuchungsmöglichkeiten von Nanopartikeln. Diese CLB beschreibt ein neues Verfahren, das helfen kann, die Entstehung von Dieselrußpartikeln zu vermeiden (Seiten 310 – 311). Mit unserer etwa ein Jahr alten Rubrik „Nanotechnik“ wollen wir weiterhin Informationen liefern, die Grundlagen für ein persönliches Abwägen der Technik geben. Ebenso ergiebig wie die Nanotechnik-Rubrik erweist sich die Meldungsspalte „Proteine, Gene und Hormone“, die wir in dieser Ausgabe wie auch schon in der vergangenen gleich in zweifacher Ausfertigung vorlegen. Ich denke, die dort kurz vorgestellten Forschungsergebnisse erlauben Einblicke in Molekularbiologie und -medizin, die auch dazu dienen, ein neues Bild von Behandlungsmöglichkeiten zu bekommen; wen interessiert das nicht?

Unterhaltsame Bildung mit der CLB wünscht

Ihr



INHALT

Aufsätze

| | |
|--|-----|
| Derivatisierungsmethoden Nitrobenzoxadiazol-Reagenzien un der Umwelt- und Bioanalytik _____ | 288 |
| Kohlenhydrate als pharmakologisch oder agrobiologisch wirksame Bausteine Mit Zucker gegen Infektionen _____ | 292 |
| Jugend forscht: Isolierung und Modifikation von Anthocyanen aus Pflanzenextrakten Anthocyane in Reihe – „smarte“ Analytik _____ | 296 |
| Die Entwicklung der Windenergie und ihre Probleme Wind-Wahn _____ | 302 |

Rubriken

| | |
|----------------------------|-----|
| Editorial _____ | 281 |
| Impressum _____ | 283 |
| F & E im Bild _____ | 283 |
| Unternehmen _____ | 284 |
| Personalia _____ | 286 |
| Förderungen / Preise _____ | 287 |

Umschau

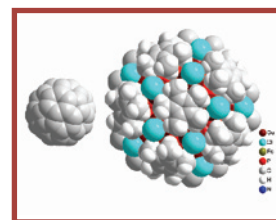
| | |
|---|-----|
| Erstes transatlantisches Forschungsnetzwerk für Polymerisationskatalyse Hochleistungswerkstoffe aus billigen Monomeren _____ | 306 |
|---|-----|

Nanotechnik

| | |
|--|-----|
| Erster fullerenartiger Nanoball ohne Kohlenstoff im Gerüst Symmetrie und Funktion _____ | 309 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| Lasertiagnostisches Verfahren zur Messung im Nanobereich Wie lassen sich Rußpartikelemissionen vermeiden? _____ | 310 |
|--|-----|

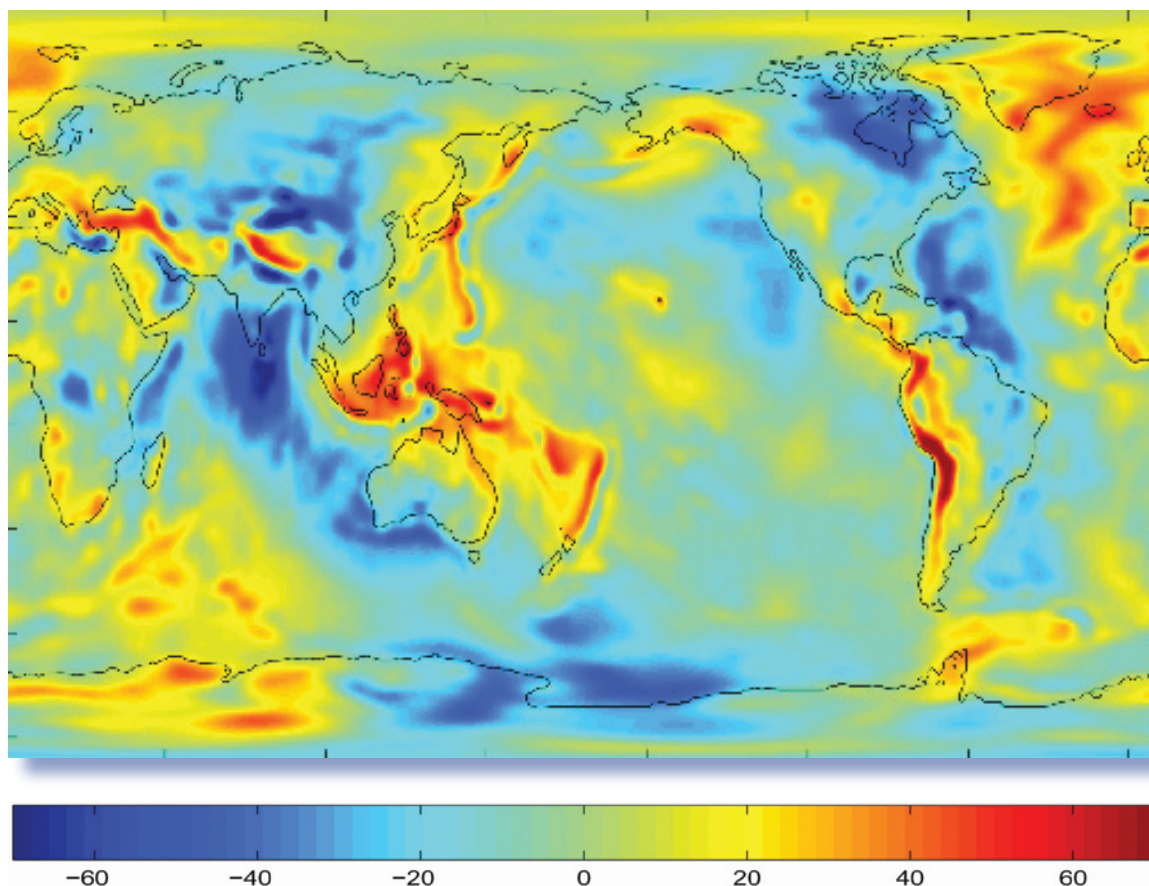
| | |
|--------------------------------|-----|
| Forschung und Technik _____ | 312 |
| Service _____ | 313 |
| Neue Produkte _____ | 314 |
| Bezugsquellenverzeichnis _____ | 319 |



Zum Titelbild:
Das in Karlsruhe entwickelte fullerenartige Molekül aus anorganischen Elementen ist dreimal so groß wie das Standard-C₆₀-Fußballmolekül (Abb.: Scheer; siehe auch den Artikel auf Seite 309).

CLB-Memory

| | |
|---|-----|
| Moderne Ionenanalytik (Teil 6): Maßanalyse Säure-Base-Titration und Fällungstitration _____ | M57 |
| Ausbildung und Service im Forschungszentrum Jülich 100 neue Auszubildende und die ChemCard _____ | M60 |
| Mit Lasertechnik Säuren beim Reagieren zusehen Photosäuren: „Ab jetzt bin ich extrem sauer!“ _____ | M61 |
| DFG legt MAK- und BAT-Werte-Liste 2003 vor Beryllium ist krebserzeugend _____ | M62 |
| Schutzeinrichtungen am Arbeitsplatz Manipulation kann tödlich sein _____ | M63 |
| Fernstudium als Schüler Mit 17 Jahren Bachelor _____ | M64 |
| Fragen zu Grundlagen der Chemie _____ | M64 |



Die amerikanisch-deutsche Satellitenmission GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) hat zu einem ersten herausragenden wissenschaftlichen Ergebnis geführt: der bisher genauesten Karte des Gravitationsfeldes unseres Planeten (weitere Informationen Seite 287; Foto: NASA/JPL/ University of Texas' Center for Space Research/ GeoForschungs-Zentrum (GFZ) Potsdam).

Farbcodierung der Schwereanomalien, die aus den Meßdaten der zwei GRACE-Satelliten ermittelt wurden (in mGal). Gal steht für Galileo und ist eine andere Einheit für die Erdbeschleunigung g , die vor allem in der Geophysik verwendet wird. Es ist $1 \text{ Gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2$, also $g=981 \text{ Gal}$. Für die Beschreibung kleiner Effekte wird meistens $\text{mGal}=0,001 \text{ Gal}$ (also etwa ein Millionstel der normalen Erdanziehung) verwendet.

Impressum

CLB
Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:
Agentur & Verlag Rubikon
für technische und wissenschaftliche
Fachinformation – Rolf Kickuth
Anschrift:
CLB, Agentur & Verlag Rubikon
Bammentaler Straße 6–8
69251 Gaiberg bei Heidelberg
Deutschland
e-Mail: redaktion@clb.de

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

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

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

VBTA-Verbandsmitteilungen:
Thomas Wittling,
Raiffeisenstraße 41, 86420 Diedorf
Telefon (0821)327-2330
Fax (0823 8) 96 48 50
e-Mail: info@vbta.de

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

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

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

CLB erscheint monatlich.

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

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

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

ISSN 0943-6677

vbta

NACHRICHTEN & NOTIZEN

G.A.G. (Genomics and Genetagging) BioScience schließt neue Finanzierungsrunde über 1,5 Millionen Euro ab. Die Mittel sollen für verstärkte nationale und internationale Marketing- und Vertriebsmaßnahmen eingesetzt werden. Tätigkeitsfelder sind Pharmako- und Phytogenetik, sowie Tierzucht und Fleischproduktion.

Die Lion Bioscience AG hat einen Vertrag mit dem Europäischen Patentamt (EPA) für ihre SRS-Software und für die Professional Services der Sparte Lion Solution Center abgeschlossen. Die Software wird unterstützend bei der Begutachtung und Zulassung von Patentanträgen auf dem Gebiet der Life Sciences eingesetzt.

Die Henkel-Gruppe übernimmt von der YIT Construction Ltd, Finnland, das Makroflex-Geschäft in Finnland und Estland. Makroflex entwickelt, produziert und vertreibt Dicht- und Dämmstoffe für die Bauindustrie.

Aventis und ImmunoGen haben eine Kooperation zur Erforschung, Entwicklung und Vermarktung neuartiger Krebstherapeutika auf der Basis von Antikörpern vereinbart. Damit verbinden die Unternehmen die Stärke von Aventis in der globalen Entwicklung und Vermarktung von Medikamenten mit dem Fachwissen von ImmunoGen auf dem Gebiet der Antikörper.

Ein gemeinsames Projekt von Aventis, IonGate Bioscience, MCS Micro Carrier Systems und dem Max-Planck-Institut für Biophysik in Frankfurt hat zum Ziel, schneller neue Wirkstoffe gegen Herz-Kreislauf Krankheiten zu finden. Die Forscher wollen Untersuchungs- und Testverfahren für Kanal- und Transporterproteine aus dem Herzen entwickeln.

Die Degussa AG beteiligt sich durch Zusammenarbeit mit der Solvent Innovation, Köln, am Zukunftsmarkt ionische Flüssigkeiten. Zahlreiche Anwendungen dieser Technologie beinhalten Verfahren zur Stofftrennung und Verwendung als Lösungsmittel sowie als Elektrolyt in elektrochemischen Prozessen. Außerdem hat die Degussa AG ihre Tochtergesellschaft Methanova GmbH nach Großbritannien verkauft.

Die BASF hat den Grundstein für den weltgrößten Standort zur Herstellung von Polytetrahydrofuran (PolyTHF) und Tetrahydrofuran (THF) in Shanghai/China gelegt. Der chinesische Markt benötigt Spandexfasern für die Textilwirtschaft.

Die amaxa GmbH vermarktet ihre nicht-virale Nucleofector-Technologie zusammen mit HPP siRNA Oligonukleotiden von Qiagen. Damit steht den Wissenschaftlern eine neue wirkungsvolle Methodik zur Transfektion von Zellen mit Ausschaltung spezifischer Gene zur Verfügung.

Symrise startet erfolgreich

Neue Moschusproduktion in USA

Einen erfolgreichen Start im internationalen Markt der Riech- und Geschmacksstoffindustrie verzeichnet das neue Unternehmen Symrise nach der Fusion der beiden Holzmindener Firmen Gragoco und Haarmann&Reimer im Juli 2002.

Mit einem Anteil von 11,3 Prozent am globalen Markt der Düfte und Aromen belegt Symrise einen starken 4. Platz. Der Umsatz von Symrise betrug in 2002 1.247 Millionen Euro und liegt mit einem Plus von 0,1 Prozent auf Vorjahresniveau. Währungsbereinigt ergibt sich allerdings ein Wachstum von 3,2 Prozent.

Mit 85 Prozent lag der Auslandsanteil am Umsatz auf anhaltend hohem Niveau. Der Geschäftsbereich Aromen (45 Prozent am Gesamtumsatz) umfasst die Sparten Getränke, Würze, Milch- und Süßwaren und Tabak. Weitere Geschäftsbereiche sind Parfümerie mit 35 Prozent Umsatz, Aromache-

mikalien mit 11 Prozent Umsatz und Kosmetik mit 9 Prozent Umsatz. Das Kreativcenter Hamburg, ein Entwicklungszentrum für Körperpflegeprodukte, wurde weiter ausgebaut für 100 Beschäftigte.

2002 wurden 7,8 Prozent des Umsatzes in Forschung und Entwicklung investiert. 15 Prozent der Gesamtbelegschaft sind hier beschäftigt. Mit über 40 Patentanmeldungen pro Jahr ist Symrise führend in der Industrie.

Die Geschäftsführung rechnet 2003 mit einem Umsatzwachstum bei gleichzeitiger überproportionaler Ergebnissteigerung, vor allem im Bereich Kosmetik, gefolgt von Parfümerie und Aromen.

Investitionsschwerpunkte sind die Fertigstellung des neuen Werkes in China, der Bau einer Moschusanlage in den USA, die Erweiterung des Parfümerie-Mischbetriebes in Holzminden sowie Investitionen in den Umweltschutz.

Zwei Millionen Regler von JUMO

Einfache Handhabung

Im Bereich der digitalen Kompakt- und Prozessreglern verkaufte JUMO, Fulda, mittlerweile zwei Millionen Geräte.

Als Anfang der 60er Jahre erste galvanometrische Regler mit Drehspulmesswerken in Handarbeit gefertigt wurden, konnte man bei der Jumo GmbH & Co. KG nicht ahnen, welche Marktbedeutung dieses Geschäftsfeld einmal erlangen würde. Fast 20 Jahre lang wurden analoge Regler mit kontinuierlich steigenden Stückzahlen gefertigt. Anfang der 80er Jahre begann mit der Entwicklung erster Mikroprozessorgeräte auch bei Jumo eine neue Ära. Waren es zu Beginn überwiegend Kundenlösungen, so wurden sukzessiv bei allen neuen Seriengeräten konsequent Prozessoren und ASIKs eingesetzt.

Reglerserien konnten sich durchsetzen. Trotz Prozessleitsystem und SPS werden bei vielen Verfahren in Anlagen nach wie vor digitale Kompakt- und Prozessregler eingesetzt. Gründe hierfür sind einfache Handhabung, präzise Regelung, hohe Funktionalität und ein vernünftiges Preis-/Leistungsverhältnis. Eine der erfolgreichsten Reglerserien weltweit ist die Jumo dTRON-Serie mit 350 000 produzierten Geräten.



Hirschmann als Hochsprungsponsor

Weltjahresbestleistung in Eberstadt

Hirschmann Laborgeräte sponsert den Spitzensport. Am 26. Juli präsentierte man in Eberstadt, dem Hauptsitz des Unternehmens, die Weltklasse des Hochsprungs der Frauen im Rahmen des Eberstädter Hochsprung-Meetings.

Was Wimbledon im Tennis, die Tour de France im Radsport, ist Eberstadt im Hochsprung. Beweis hierfür: Neun Hochspringerinnen erzielten Höhen über 1,91 Meter, zwei Athletinnen über 2,00 Meter. Kajsa Bergqvist, die Siegerin, schaffte sogar die Weltjahresbestleistung von 2,06 Meter, verbesserte damit den schwedischen Rekord und erreichte eine neue persönliche Bestleistung. Beim Versuch den 14 Jahre alten Weltrekord (2,09 m) mit 2,10 Metern zu überspringen, scheiterte die sympathische Schwedin nur ganz knapp.



Kajsa Bergqvist übersprang 2,09 Meter und erzielte damit auch einen neuen schwedischen Rekord.

Wer nicht persönlich vor Ort sein konnte und auch nicht die Live Übertragung im DSF verfolgen konnte, hat nun die Gelegenheit auf der Homepage von Hirschmann Laborgeräte unter

http://hirschmann-laborgeraete.de/highlights/hochsprung_eberstadt2003.htm die Höhepunkte dieser gelungenen Veranstaltung zu betrachten.

Clariant strukturiert um

Umfassende „Transformation“ des Konzerns

Roland Lösser, der neue Chief Executive Officer von Clariant, kündigte jetzt ein umfassendes „Transformationsprogramm“ an. Dieses beinhaltet eine signifikante Verringerung der Nettoverschuldung sowie drastische Kosteneinsparungen und soll Clariant wieder als eines der führenden Unternehmen der Spezialitätenchemie etablieren.

Das Programm, welches das Ergebnis einer umfangreichen internen Analyse ist, umfasst u.a. den Verkauf der Geschäftseinheiten Cellulose Ether und Elektronikchemikalien sowie die Schließung von vier Produktionsbetrieben zur Herstellung von Agrochemikalien. Das Programm hat Erträge von mehr als 1,5 Milliarden Schweizer Franken aus dem Verkauf von Geschäfts-

einheiten zum Ziel. Die Rendite vor Steuern auf dem investierten Kapital (ROIC) soll innerhalb der nächsten drei bis vier Jahre von gegenwärtig ca. sieben Prozent auf mindestens zwölf Prozent erhöht werden.

„Die neue strategische Ausrichtung des Konzerns konzentriert sich hauptsächlich auf Geschäftsbereiche, in denen wir die starke Serviceorientierung mit unserer führenden Position hinsichtlich Oberflächen- und Farbtechnologien kombinieren können“, erklärte Lösser. Er führte aus, dass neben Cellulose Ether und Elektronikchemikalien auch andere Geschäftseinheiten verkauft werden.

Clariant habe darüber hinaus auch einige Geschäftseinheiten, die unterdurchschnittliche Ergeb-

nisse liefern. Nach Abwägung aller Optionen habe Clariant entschieden, dass bei diesen Geschäften Restrukturierungsmaßnahmen höchste Priorität haben. Von diesen Maßnahmen betroffen sei unter anderem die Geschäftseinheit Custom Synthesis, wo vier Agrochemikalienbetriebe in den USA und in Deutschland geschlossen würden. Dies führe zu einer Personalreduktion von etwa 200 Mitarbeitern.

Weitere mittelfristige, strukturelle Maßnahmen beziehen sich laut Lösser auf Einsparungen bei den Produktions- und Verwaltungskosten. Insgesamt hat das Transformationsprogramm zum Ziel, das operative Ergebnis (EBIT) von Clariant mittelfristig um über 400 Millionen CHF zu erhöhen.

AKZO NOBEL GMBH **Frank Sherman** (49) wird zum 1. Januar 2004 General Manager der Business Unit Surface Chemistry. Seine Funktion wird er im schwedischen Stenungsund wahrnehmen. Der derzeitige Manager für die Sub-BU Surfactants America wird damit Nachfolger von **Rob Frohn**, der wie vor einiger Zeit bekannt gegeben, zum 1. Mai 2004 die Nachfolge von **Fritz Fröhlich** als Chief Financial Officer und Mitglied des Vorstandes der Akzo Nobel N.V. antreten soll, sofern die Aktionärshauptversammlung diesem Vorschlag am 22. April 2004 zustimmt. Unmittelbar vor seinem Eintritt in den Geschäftsbereich Surface Chemistry war er für Polymerchemikalien in den Wachstumsmärkten in Südamerika und im pazifischen Asien verantwortlich. In dieser Zeit wirkte er für die Chemicals-Gruppe von Akzo Nobel in China das erste Joint Venture.

CHEMSITE Dr. **Margarete Gersemann** hat als Nachfolgerin von Dr. **Michael Czytko** die Leitung der nordrhein-westfälischen Chemiestandort-Initiative ChemSite, Marl, übernommen. Gersemann war bislang für ChemSite Marketing verantwortlich.

DEGUSSA **Andreas Meinz** (44) Leiter des Degussa-Geschäftsbereichs Superabsorber, wechselt zum 1. Oktober in die Geschäftsführung der Haniel Bau-Industrie. Sein Nachfolger wird **Gunther Wittmer** (47), derzeit Leiter des Geschäftsgebiets Polyurethan-Additive im Geschäftsbereich Oligomere & Silicone. Herr Wittmer wird zugleich Geschäftsführer der Stockhausen GmbH & Co. KG

EMBL VENTURES gibt bekannt, dass Dr. **Christof Antz** (42) dem Unternehmen als Partner beigetreten ist. Antz ist für den Bereich Portfolioaufbau verantwortlich. Er war zuvor als Geschäftsführer der Abeta GmbH in Heidelberg tätig, die sich mit der Therapie und Diagnose der

Alzheimer Krankheit beschäftigt. Dr. Antz ist Physiker mit Promotion am Max-Planck-Institut für medizinische Forschung in Heidelberg.

MERCK KGAA Der Internist und Diabetologe Dr. **Thomas Lander** (51) übernimmt ab dem 1. September 2003 die weltweite Leitung der klinischen Forschung und Entwicklung der Merck KGaA. Sein Vorgänger, Professor **Irwin Scher** (63), wird Merck weiterhin als Berater zur Verfügung stehen. Lander war zuvor Medical Director bei GlaxoSmith Kline Deutschland.

EHRUNGEN

Der deutsche Forscher Prof. Dr. **Wolf Lehmann** (im Bild 3.v.l. neben Prof. Jürgen Grottemeyer, Uni Kiel) ist der jüngste in einer Reihe von Wissenschaftlern, die eine von Applied Biosystems gesponserte Auszeichnung für herausragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Massenspektrometrie in den Biowissenschaften erhalten haben. Lehmann wurde von einer Auswahl wissenschaftlicher Juroren gewählt, die vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Massenspektrometrie ernannt, und von der Vorjahressiegerin, Prof. Dr. Jasna Peter-Katalinic (2.v.l., neben Dr. Michael Soll von Applied Biosystems), geleitet wurde. Die Auszeichnung und das Preisgeld in Höhe von 5000 Euro wurden von Prof. Peter-Katalinic bei einer Feier im Münsteraner Schloss übergeben.



Lander



Professor Dr. med. **Reinhold Foerster**, Abteilung Immunologie der MHH, wurde im Juli 2003 in

Gießen der **Schunk-Preis** in Höhe von 5000 Euro verliehen. Die Ludwig-Schunk-Stiftung e. V. würdigte damit die herausragenden Arbeiten des Wissenschaftlers insbesondere zur Erforschung der molekularen Mechanismen, die der funktionellen Organisation lymphatischer Organe zu Grunde liegen.

Petra B. Musholt, Betriebseinheit Klinische Chemie der MHH, wurde im Mai 2003 in San Diego, Kalifornien/USA, von der American Association of Endocrine Surgeons (AAES) mit dem **Basic Sciences Resident's Award** in Höhe von 1000 Euro geehrt. Gewürdigt wurde ihr Vortrag zum Projekt: „RET rearrangements in archival oxyphilic thyroid tumors: new insights in tumorigenesis and classification of Huerthle cell carcinomas“.

Anthony Hyman, Gruppenleiter und Direktor am Max-Planck-Institut für Molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden (MPI-CBG), erhält in diesem Jahr die **Gold Medaille der Europäischen Organisation für Molekularbiologie (EMBO)**. EMBO verleiht dem Biologen diese Auszeichnung als Anerkennung seiner hervorragenden wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiet der Zellbiologie. Hymans Arbeiten trugen insbesondere zu einem besseren Verständnis der Mechanismen der Zellteilung bei. Die Medaille wird dem Wissenschaftler am 17. Oktober während der EMBO-Konferenz „Frontiers of Molecular Biology“ in Killarney, Irland, überreicht.

Der mit 250000 Euro dotierte **Lautenschläger-Forschungspreis** 2003 geht an Prof. Dr. **Peter H. Kramer**, Leiter der Abteilung Immungenetik im Deutschen Krebsforschungszentrum. Ausgezeichnet wird der Wissenschaftler für seine wegweisenden Forschungen auf dem Gebiet des programmierten Zelltods, der Apoptose. Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn wird den Preis am 10. Oktober überreichen.

Queensland-Stipendium

Ein Semester kostenlos in Australien studieren: Diese Möglichkeit bietet ein Stipendium vom Queensland Scholarship Program, das das International Education Centre (IEC Online) zusammen mit der Queensland University of Technology (QUT) in Brisbane, Australien vergibt. Studierende aller Fächer vom zweiten bis zum siebenten Semester können sich ab sofort bewerben. Neben den Studiengebühren wird auch die australische Krankenversicherung erstattet. Zur Bewerbung gehören unter anderem eine kurze Darstellung des Studienvorhabens auf Englisch und zwei Gutachten von Hochschullehrern. Ausschreibung und Bewerbungsunterlagen können bei IEC Online unter www.ieconline.net heruntergeladen werden. Bewerbungsschluss ist am **8. Dezember 2003**.

IEC Online ist die offizielle Vertretung zahlreicher australischer und neuseeländischer Universitäten in Deutschland und bietet in deren Auftrag auch einen kostenlosen Beratungsservice an: Die Mitarbeiter informieren über Studiengänge und Finanzierungsmöglichkeiten für ein Studium down under, helfen beim Zusammenstellen von Bewerbungen und nehmen sie entgegen.

Fotowettbewerb

Bis zum **29. August** dieses Jahres kann man sich um die Teilnahme am Fotowettbewerb „Chemie ist Leben“ des BG Chemie-Haus, Heidelberg bewerben. Die besten Bilder werden am Tag der offenen Tür der Berufsgenossenschaft am 20. September 2003 im BG Chemie-Haus in Heidelberg ausgestellt. Die schönsten Bilder werden prämiert. Über die Bewertung der eingereichten Fotos entscheidet eine Juri. Weitere Informationen und Teilnahmebedingungen können per E-Mail: fotowettbewerb@bgchemie.de angefordert werden.

Thematische Sommerschulen

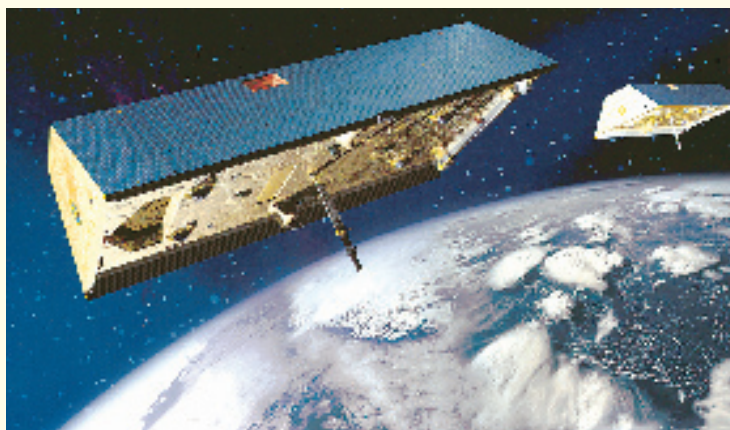
Die Deutsch-Französische Hochschule (DFH) fördert Kooperationen im Bereich der Forschung und Entwicklung zwischen Deutschland und Frankreich. Im Rahmen dieser Förderungen hat die DFH Thematische Sommerschulen

für Nachwuchswissenschaftler ins Leben gerufen. Einen Förderantrag können deutsche und französische Hochschulinstitute und Forschungseinrichtungen aus den Bereichen Natur- und Ingenieurwissenschaften stellen. Die Bewerbungsfrist für 2004 läuft bis zum **15. September 2003**. Nähere Infos: www.dfh-ufa.org

Fortsetzung von Seite 283 „F&E im Bild“: GRACE-Messungen

Aus Beobachtungen von nur wenigen Wochen während der Testphase der Instrumente konnten bereits Monate vor dem routinemäßigen Messbetrieb der Mission auf deutscher und amerikanischer Seite Schwerefeldmodelle berechnet werden, die entscheidend zur Entschlüsselung und Interpretation von dynamischen Vorgängen im Inneren und an der Oberfläche der Erde beitragen werden. Ziel der Mission ist es, die Zirkulationen ozeanischer Wassermassen und den globalen Wasserkreislauf zu erfassen und die Auswirkungen dieser dynamischen Prozesse auf Klima und Umwelt zu entschlüsseln.

Erreicht wird dieses Ziel über eine deutlich verbesserte Bestimmung des Geoides, der imaginären Fläche, die ein im Ruhezustand befindlicher, die gesamte Erde vollständig bedeckender Weltozean unter dem Einfluss der



Die Satelliten-Zwillinge GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) werden während ihrer fünfjährigen Lebensdauer das Erdschwerefeld kartografieren. Die GRACE-Satelliten wurden von der Astrium GmbH in Friedrichshafen für NASA/JPL entwickelt und gebaut.

Schwerkraft besitzt. Diese Fläche kennen wir als „Normal-Null“; sie variiert global um ± 100 Meter. Die GRACE-Mission wird eine Bestimmung des Geoides mit Zentimeter-Genauigkeit erlauben.

Die beiden in 490 Kilometer Höhe mit einem Abstand von 220 Kilometern hintereinander herfliegenden identischen GRACE-Satelliten reagieren empfindlich auf kleinste Änderungen in der Gravitationsbeschleunigung, wie sie durch die räumliche Verteilung der unterschiedlichen Massen verursacht werden. Diese Änderungen werden über eine extrem genaue Distanzmessung zwischen den beiden Satelliten – die Genauigkeit der Messung von Abstandsänderungen beträgt über die Strecke von 221 Kilometern etwa 1/10 der Breite eines Haars – bestimmt. In Zukunft werden GRACE-Schwerefeldmodelle Monat für Monat ermittelt, so dass saisonale, jährliche und mehrjährige hydrologische und atmosphärische Massenumlagerungen erfasst werden können.

GRACE ist ein gemeinsames Raumfahrtprojekt der NASA und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das Center for Space Research der Texas University, Austin, trägt die Gesamtverantwortung für die Mission. Das GeoForschungsZentrum Potsdam ist verantwortlich für die deutschen Missionselemente. Die Satellitenüberwachung und der GRACE-Dateneingang erfolgt durch das Raumfahrt-Kontrollzentrum des DLR. Die Prozessierung, Verteilung, Archivierung und Evaluierung der wissenschaftlichen Daten und Produkte findet auf der Basis einer Kooperationsvereinbarung zwischen dem Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA, der Texas University und dem GFZ Potsdam statt.

Nitrobenzoxadiazol-Reagenzien in der Umwelt- und Bioanalytik

Martin Vogel und Uwe Karst;
Universität Twente, Enschede/Niederlande

Derivatisierungsmethoden spielen in der Umwelt- und Bioanalytik eine herausragende Rolle. Die Selektivität und Sensitivität einer Methode hängen dabei grundlegend von den chemischen und spektroskopischen Charakteristika der verwendeten Reagenzien ab. In den letzten Jahren haben Derivatisierungsreagenzien auf der Basis des Nitrobenzoxadiazol(NBD)-Grundgerüsts aufgrund ihrer vorteilhaften spektroskopischen Eigenschaften zunehmend an Bedeutung gewonnen. In der Regel werden NBD-Reagenzien hierbei im Sinne einer Vorsäulenderivatisierung eingesetzt, an die sich zumeist eine flüssigchromatographische Trennung anschließt. Es sind jedoch auch Applikationen ohne Trennung beschrieben worden. Die meist genutzten Detektionsprinzipien für NBD-Derivate sind die UV/Vis- und Fluoreszenzspektroskopie. Dieser Aufsatz soll einen kurzen Einblick in die jüngsten Entwicklungen auf dem Gebiet der NBD-Reagenzien und -applikationen geben.

Analytische Verfahren, die auf einer chemischen Reaktion der Analyten mit einem für die entsprechende Applikation geeigneten Reagenz beruhen, werden gemeinhin unter dem Begriff ‚Derivatisierungsmethoden‘ zusammengefasst. Sie finden vielfache Anwendung in der Umwelt- und Bioanalytik sowie in der Lebensmittelkontrolle. Hierbei hat die Derivatisierung im Wesentlichen vier Ziele:

1. Viele Analyten besitzen eine hohe chemische Reaktivität gegenüber einer Reihe von Verbindungen, die ebenfalls Bestandteile der Probenmatrix sind. Dies kann im einfachsten Fall bereits Wasser sein. Durch die Derivatisierungsreaktion werden die reaktiven Analyten zu definierten und stabilen Produkten umgesetzt. Insbesondere im Hinblick auf eine zerstörungsfreie Injektion in der Gaschromatographie ist dies von grundlegender Bedeutung.



Die Autoren:

Dr. Martin Vogel promovierte am Institut für Anorganische und Analytische Chemie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und ist seit Dezember 2001 Dozent an der Universität Twente (Enschede/Niederlande).

Prof. Dr. Uwe Karst habilitierte an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster im Jahr 1998. Seit Oktober 2001 ist er Professor für Analytische Chemie an der Universität Twente (Enschede/Niederlande).

2. Durch die Derivatisierung werden die Trenneigenschaften der Analyten oftmals erst soweit verbessert, dass eine gas- oder flüssigchromatographische Trennung möglich wird.
3. Häufig besitzen die interessierenden Analyten nur mangelhafte Detektionseigenschaften, so dass vielfach weder die weit verbreitete photometrische noch eine fluorimetrische Bestimmung durchgeführt werden können. Im Zuge der chemischen Derivatisierung kann so eine chromophore oder fluorophore Gruppe in das Analytmolekül eingeführt werden, das sich auf diese Weise mit einer deutlich verbesserten Sensitivität detektieren lässt.
4. In Abhängigkeit von ihrer funktionellen (reaktiven) Gruppe reagieren viele Derivatisierungsreagenzien mehr oder weniger selektiv mit einer (oder mehreren) Analytgruppe(n). Hierdurch wird zum einen - insbesondere in komplexen Proben - ein deutlicher Selektivitätsgewinn erzielt; zum anderen lassen sich Analyten auf diese Weise unter Verwendung geeigneter Probenahmetechniken gezielt anreichern.

Derivatisierungsreagenzien auf der Basis des Nitrobenzoxadiazol(NBD)-Grundgerüsts (Abbildung 1) finden heute in der analytischen Chemie vielfache Anwendung. Aufgrund des konjugierten π -Systems des Benzoxadiazols in Kombination mit der Nitro-Gruppe besitzen alle NBD-Verbindungen charakteristische UV/Vis-spektroskopische Eigenschaften. Absorptionsbanden im langwelligen Bereich des elektromagnetischen Spektrums ($\sim 450 - 470 \text{ nm}$) verbunden mit hohen Extinktionskoeffizienten machen diese Verbindungsklasse für eine Vielzahl analytischer Anwendungen sehr attraktiv.

Interferenzen durch Matrixbestandteile während der photometrischen Detektion werden wegen der langwelligen Absorptionsmaxima der NBD-Derivate auf ein Minimum reduziert. Desweiteren zeigen eine Reihe von NBD-Reagenzien auch Fluoreszenzeigenschaften [1], die eine sehr sensitive Bestimmung der derivatisierten Analyten erlauben.

Die erste Applikationen dieser Verbindungsklasse wurde bereits 1968 von Ghosh und Whitehouse beschrieben, die 4-Chlor-7-nitro-2,1,3-benzoxadiazol (NBDCI) (Abbildung 1) zur Derivatisierung von Aminen in flüssigen Proben verwendeten [2]. Gegenwärtig werden Nitrobenzoxadiazole vor allem als Markierungs(Tagging)-Reagenzien für bioanalytische Fragestellungen eingesetzt [3]. In Abhängigkeit von der funktionellen Gruppe -R (vgl. Abbildung 1) lassen

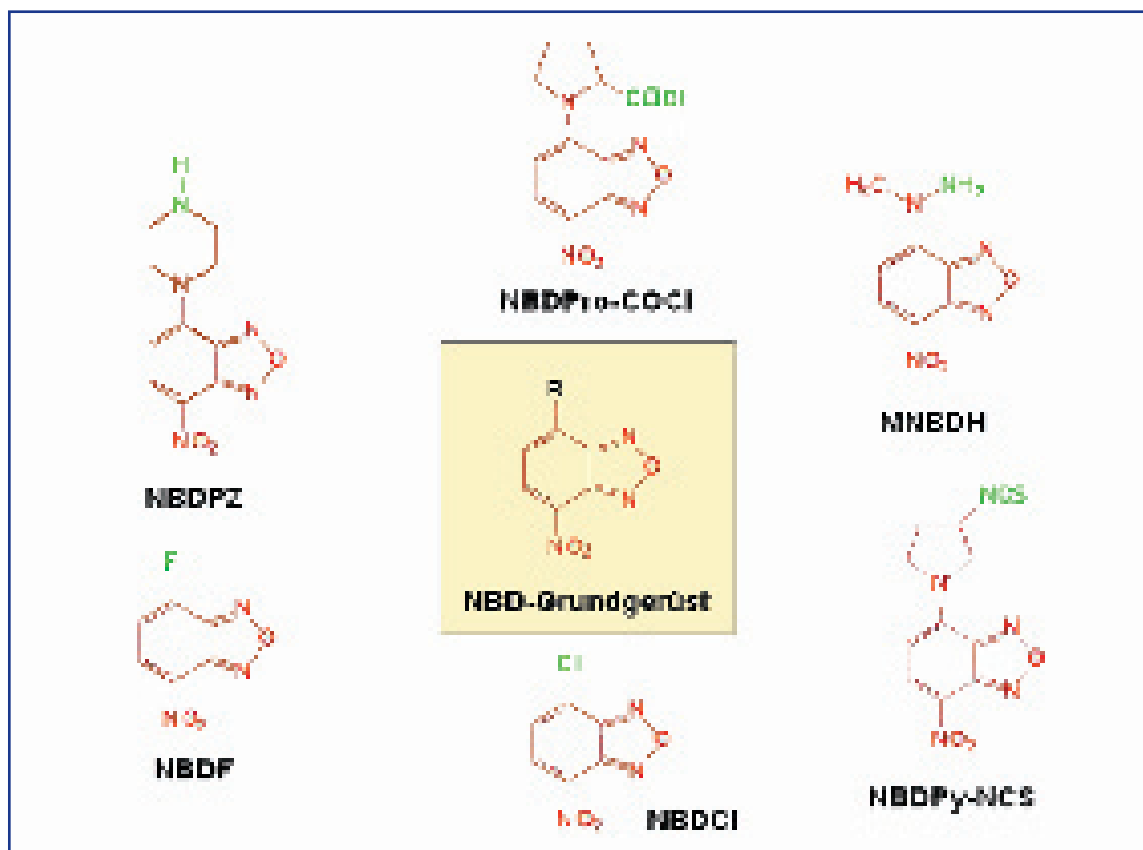


Abbildung 1: Das Nitro-2,1,3-benzoxadiazol(NBD)-Grundgerüst und einige Derivatisierungsreagenzien im Überblick (NBDPZ, 4-Nitro-7-piperazino-2,1,3-benzoxadiazol; NBDF, 4-Fluor-7-nitro-2,1,3-benzoxadiazol; NBDCI, 4-Chlor-7-nitro-2,1,3-benzoxadiazol; NBDPro-COCl, 7-(2-Chlorformylpyrrolidin-1-yl)-4-nitro-2,1,3-benzoxadiazol; MNBDH, N-Methyl-7-hydrazino-4-nitro-2,1,3-benzoxadiazol; NBDPy-NCS, 7-(3-Isothiocyanatopyrrolidin-1-yl)-4-nitro-2,1,3-benzoxadiazol).

sich so unterschiedliche Analytklassen wie Amine [2,4] und Aminosäuren [5,6] (mittels NBDCI, NBDF), Carbonsäuren (mittels NBDPZ) [7] oder Alkohole (mittels NBDPro-COCl) [8] mit einem NBD-Rest markieren (Abbildung 1). Zudem finden NBD-Reagenzien wie NBDPy-NCS auch für die Sequenzanalyse von Peptiden Verwendung [9]. Neben ihrer Funktion als Markersubstanzen in der Bioanalytik spielen Nitrobenzoxadiazole aber auch eine bedeutende Rolle in der Umweltanalytik. Anhand einiger Beispiele aus der Luft- und Wasseranalytik soll im Folgenden ein kurzer Einblick in die jüngsten Entwicklungen auf diesem Gebiet gegeben werden.

Analytik reaktiver organischer Verbindungen in Luftproben

Im Bereich der Luftanalytik sind in den letzten Jahren eine Reihe von Derivatisierungsverfahren entwickelt worden, die auf dem Einsatz von NBD-Reagenzien basieren. So wurde mit dem N-Methyl-7-hydrazino-4-nitro-2,1,3-benzoxadiazol (MNBDH) ein neues Hydrazinreagenz zur Gasphasenanalytik von Aldehyden und Ketonen vorgestellt (Abbildung 1) [10]. Hydrazine reagieren mit Carbonylverbindungen unter Säurekatalyse rasch zu den entsprechenden Hydrazonen

(Abbildung 2) [11]. Nach der Derivatisierungsreaktion werden die entstandenen Analytderivate flüssigchromatographisch getrennt. Die anschließende Detektion erfolgt beim MNBDH-Verfahren photometrisch bei ~ 475 nm.

Im Vergleich zum vielfach verwendeten Standardreagenz 2,4-Dinitrophenylhydrazin (DNPH) [12-14] zeichnen sich die Hydrzone des MNBDH aufgrund der hohen Extinktionskoeffizienten ($\sim 25\,000\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$) durch etwa zweimal niedrigere Nachweisgrenzen, die im Bereich von etwa 20 nmol/L liegen (DNPH ~ 50 nmol/L), aus [10].

Während die Reaktion des DNPH mit häufig auftretenden Störverbindungen wie Ozon oder Stickoxiden zu einer Anzahl von Abbauprodukten führt, die die

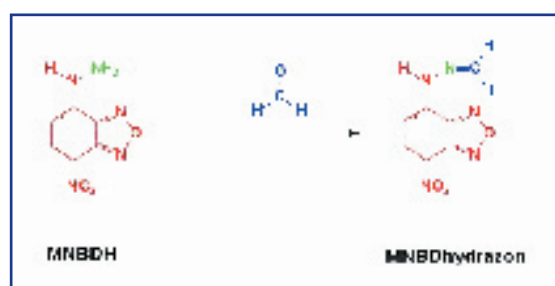


Abbildung 2: Derivatisierung von Formaldehyd mit MNBDH.

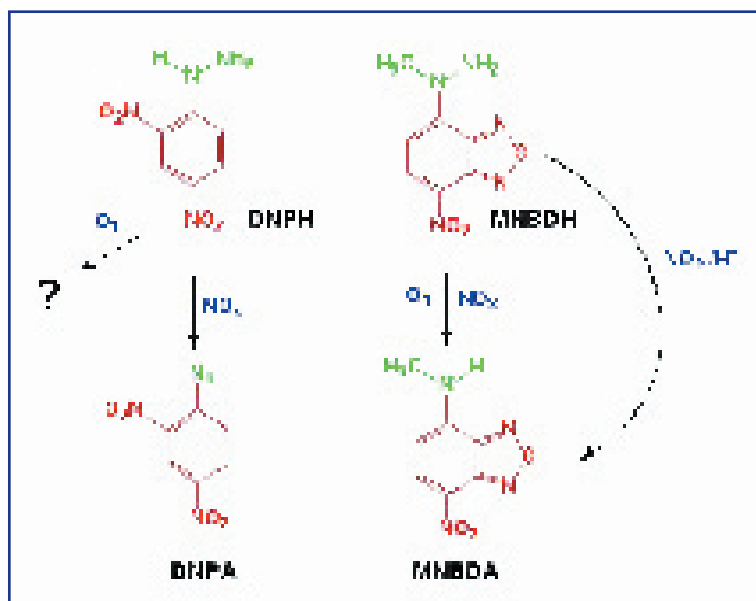
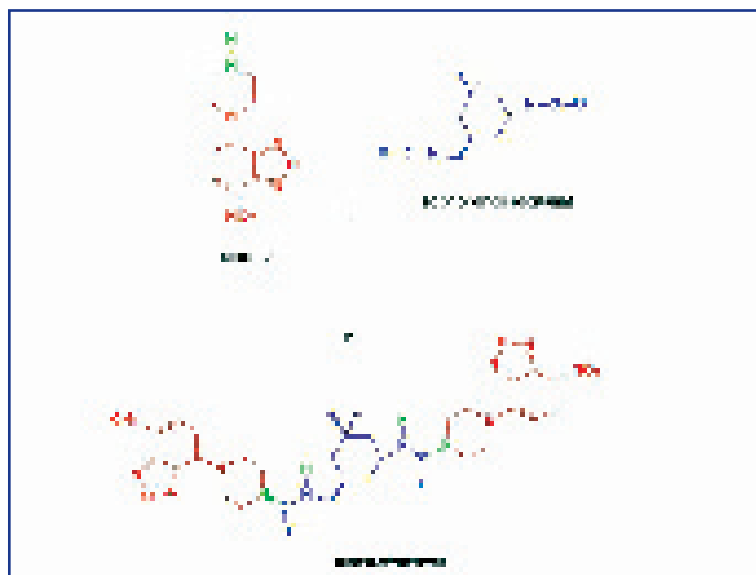


Abbildung 3: Reaktion von 2,4-Dinitrophenylhydrazin (DNPH) und MNBDH mit Stickoxiden und Ozon. Während der Reaktion von MNBDH mit Nitrit entsteht das stark fluoreszierende MNBDA.

anschließende flüssigchromatographische Trennung durch Coelutionen negativ beeinflussen, erhält man unter Verwendung der MNBDH-Methode mit dem N-Methyl-7-amino-4-nitro-2,1,3-benzoxadiazol (MNBDH) hingegen ein definiertes Oxidationsprodukt (Abbildung 3). MNBDA lässt sich in der HPLC leicht von den MNBDHhydrazonen abtrennen, so dass die Quantifizierung hierdurch nicht beeinträchtigt wird.

Neben der Bestimmung reaktiver Carbonylverbindungen stellt insbesondere die Quantifizierung der sehr reaktiven und hydrolyseempfindlichen Isocyanate in Luftproben ein wichtiges Gebiet der modernen Arbeitsplatzanalytik dar. Als Derivatisierungsreagenz für diese Substanzklasse, die insbesondere in der Polymerindustrie einen wichtigen Ausgangsstoff darstellt, wurde kürzlich das 4-Nitro-7-piperazino-2,1,3-benzadiazol (NBDPZ) vorgestellt (Abbildung 1) [15]. Beim NBDPZ-Reagenz ist das NBD-Grundgerüst mit einem Piperazinring in Position 7 substituiert, dessen freie

Abbildung 4: Derivatisierung des Isophorondiisocyanates mit NBDPZ unter Bildung eines Bis-Harnstoffderivates.



| | Mikrotiterplatten-Verfahren | HPLC-Fluoreszenz | HPLC-Photometrie |
|--------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| NWG [nmol/L] | 15 | 10 | 30 |
| BSG [nmol/L] | 50 | 30 | 100 |

Tabelle 1: Nachweis- und Bestimmungsgrenzen der MNBDH-Verfahren zur Nitritanalytik. NWG, Nachweisgrenze; BSG, Bestimmungsgrenze.

sekundäre Aminfunktion in einer Additionsreaktion mit den Analyten die entsprechenden Harnstoffderivate bildet (Abbildung 4). Diese werden im Anschluss an die Derivatisierung mittels Umkehrphasen-HPLC getrennt, und die Detektion kann sowohl fluorimetrisch (λ -Anregung ~ 470 nm, λ -Emission ~ 535 nm) als auch photometrisch ($\lambda \sim 470$ nm) erfolgen. In Abbildung 5 sind beispielhaft das UV/Vis-Spektrum des NBDPZ (a) und das Fluoreszenzspektrum des Isophorondiisocyanatderivates (b) gezeigt.

Die Nachweisgrenzen dieser Methode für die Photometrie befinden sich im Bereich von ~ 20 nmol/L und für die Fluorimetrie im Bereich von etwa 5 nmol/L [15]. Die Luftprobenahme am Arbeitsplatz kann hier sowohl mit Hilfe von Waschflaschen erfolgen, die mit einer Lösung des NBDPZ-Reagenzes gefüllt sind, als auch unter Verwendung von lösungsmittelfreien Verfahren wie dem Einsatz von Reagenz-beschichteten Probenahmeröhrchen durchgeführt werden [15]. Im Hinblick auf die personenbezogene Arbeitsplatzanalytik hat sich auch der Einsatz von Passivsammlersystemen bewährt [16].

Quantifizierung von Nitrit in Wasserproben

Die Reaktion des MNBDH mit Oxidantien, die zur Bildung des entsprechenden N-methylierten Amins, MNBDA, führt, kann darüberhinaus zur sensitiven Quantifizierung von Nitriten in Wasserproben genutzt werden (Abbildung 3) [17]. Da im Zuge dieser Reaktion aus einem nur sehr schwach fluoreszierenden Edukt (MNBDH) ein stark fluoreszierendes Produkt (MNBDA) entsteht, wird die Nitritbestimmung in wässrigen Proben idealerweise im Mikrotiterplattenformat mit fluoreszenzspektroskopischer Detektion (λ -Anregung = 468 nm, λ -Emission = 548 nm) durchgeführt. Die Nachweisgrenze dieses Verfahrens liegt bei 15 nmol/L und ist allein durch den Blindwert limitiert [17].

Daneben lässt sich die Quantifizierung von nitrit-haltigen Proben nach der erfolgten Derivatisierungsreaktion aber auch mittels Flüssigchromatographie und anschließender UV/Vis- oder Fluoreszenzdetektion durchführen. Die Nachweis- und Bestimmungsgren-

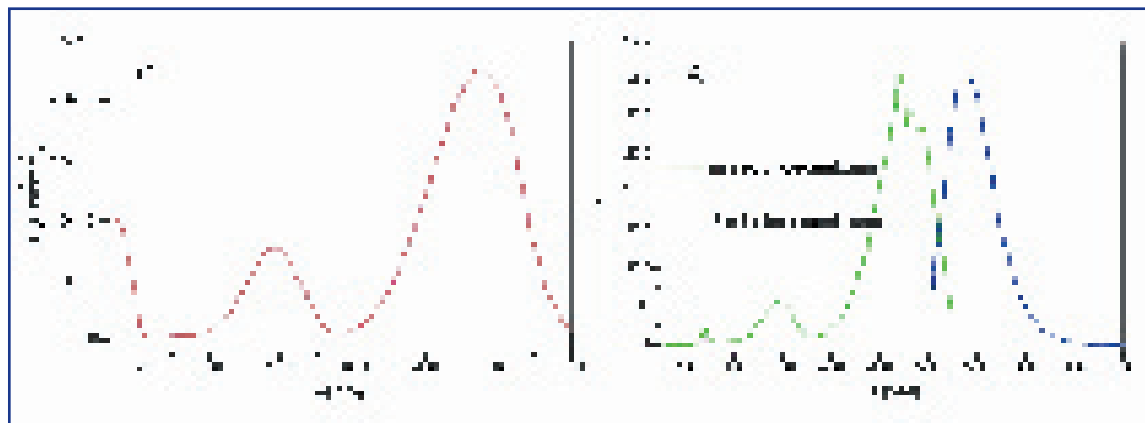


Abbildung 5:
a) UV/Vis-Spektrum des NBDPZ.
b) Fluoreszenzspektrum des Isophorondiisocyanat des NBDPZ-Derivates

zen der drei genannten Verfahren sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

MNBDH als Enzymsubstrat

Das MNBDH ist desweiteren ein treffendes Beispiel dafür, dass die vorteilhaften spektroskopischen Eigenschaften der NBD-Verbindungen auch im Rahmen der enzymatischen Analytik zur sensitiven Detektion genutzt werden können. Wie Abbildung 6a zeigt, reagiert MNBDH unter leicht sauren Bedingungen ($\text{pH} = 5,8$) in Gegenwart von Peroxidase (POD) und Wasserstoffperoxid zum fluoreszierenden MNBDA.

Im Rahmen eines Fluoreszenzassays wird diese enzymkatalysierte Reaktion zur Quantifizierung von H_2O_2 genutzt, wobei Nachweisgrenzen von ~ 20 nmol/L erreicht werden [18]. Darüberhinaus kann die Peroxidase-katalysierte Reaktion an eine weitere enzymatische Reaktion gekoppelt werden (Abbildung 6b). In einem vorgelagerten Schritt reagiert Glucose in Gegenwart von Glucoseoxidase (GOD) und Sauerstoff zu Gluconolacton und Wasserstoffperoxid. Anschließend wird das gebildete H_2O_2 durch die eben beschriebene POD/MNBDH-Reaktion quantifiziert. Durch die geschickte Kopplung zweier enzymatischer Reaktionen kann so Glucose in flüssigen Proben mit guter Sensitivität bestimmt werden [18].

Schlussfolgerungen

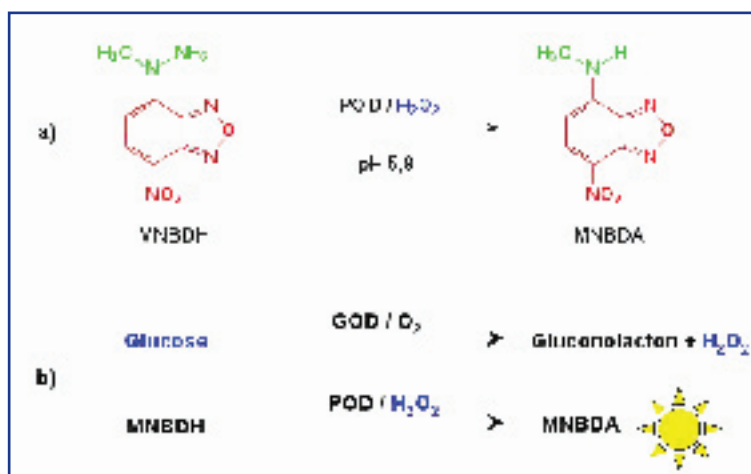
Derivatisierungsreagenzien auf Basis des NBD-Grundgerüsts zeichnen sich durch attraktive spektroskopische Eigenschaften aus. Es ist zu erwarten, dass diese in Zukunft in verstärktem Umfang in der Umweltnalytik genutzt werden. Besonders vielversprechend ist jedoch auch das Potential dieser Verbindungen im Hinblick auf die Entwicklung neuer fluorogener Enzymsubstrate.

Literatur

- [1] S. Uchiyama, T. Santa, T. Fukushima, H. Homma, K. Imai, J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2 (1998) 2165.

- [2] P. B. Ghosh und M. W. Whitehouse, Biochem. J. 108 (1968) 155.
 [3] S. Uchiyama, T. Santa, N. Okiyama, T. Fukushima und K. Imai, Biomed. Chromatogr. 15 (2001) 295.
 [4] T. Toyooka, Y. Watanabe und K. Imai, Anal. Chim. Acta 149 (1983) 305.
 [5] R. S. Fager, C. B. Kutina und E. W. Abrahamson, Anal. Biochem. 53 (1973) 290.
 [6] K. Imai und Y. Watanabe, Anal. Chim. Acta 130 (1981) 377.
 [7] T. Toyooka, M. Ishibashi, Y. Takeda, K. Nakashima, S. Akiyama, S. Uzu und K. Imai, J. Chromatogr. 588 (1991) 61.
 [8] T. Toyooka, Y. M. Liu, N. Hanioka, H. Jinno, M. Ando und K. Imai, J. Chromatogr., A 675 (1994) 79.
 [9] T. Toyooka und Y. M. Liu, Analyst 120 (1995) 385.
 [10] A. Büldt und U. Karst, Anal. Chem 71 (1999) 1893.
 [11] M. Vogel, A. Büldt und U. Karst, Fresenius' J. Anal. Chem. 366 (2000) 781.
 [12] C. F. H. Allen, J. Am. Chem. Soc. 52 (1930) 2955.
 [13] D. Grosjean, Environ. Sci. Technol. 16 (1982) 254.
 [14] R. K. Beasley, C. E. Hoffmann, M. L. Rueppel und J. W. Worley, Anal. Chem. 52 (1980) 1110.
 [15] M. Vogel und U. Karst, Anal. Chem. 74 (2002) 6418.
 [16] H. Henneken, R. Lindahl, A. Östin, M. Vogel, J.-O. Levin und U. Karst, J. Environ. Monit. 5 (2003) 100.
 [17] A. Büldt und U. Karst, Anal. Chem. 71 (1999) 3003.
 [18] J. Meyer, A. Büldt, M. Vogel und U. Karst, Angew. Chem. Int. Ed. 39 (2000) 1453.

Abbildung 6:
a) Peroxidase-katalysierte Reaktion von Wasserstoffperoxid mit MNBDH unter Entstehung von MNBDA.
b) Prinzip der Glucosebestimmung unter Verwendung zweier gekoppelter Enzymreaktionen. GOD, Glucoseoxidase; POD, Peroxidase.



Mit Zucker gegen Infektionen

Barbara Brauckmann, Zürich

Dass Kohlenhydrate nicht nur als nachwachsende Rohstoffe oder Nahrungsmittel eine Rolle spielen, sondern auch als pharmakologisch oder agrobiologisch wirksame Bausteine der Entzündungshemmung, Immunstimulation oder Schädlingsbekämpfung dienen, ist häufig weniger gut bekannt. Heute werden die Chemie der Kohlenhydrate und die Glycobiotechnologie verstärkt zur Entwicklung von neuartigen Diagnostika, Arzneimitteln gegen Krebsmetastasen oder Wirkstoffen zur Knochen- und Knorpelnachbildung eingesetzt.

Am Laboratorium für Organische Chemie der ETH Zürich beschäftigt sich eine Forschungsgruppe mit bisher unbekanntem Reaktionen von Zuckern. Dabei reicht das wissenschaftliche Interesse von der Darstellung, Aufklärung sowie Konstruktion kohlenhydrathaltiger Strukturen bis zur Beeinflussung zuckerumsetzender Enzyme. Um die Wirkungsweise enzymatischer Vorgänge besser zu verstehen, wird mit natürlichen und synthetischen Hemmstoffen gearbeitet. Neben Experimenten im Labor dienen auch das 'Modeling' und 'Docking' am Computer als wichtige Hilfsmittel zum Strukturentwurf neuer Verbindungen zur Hemmung von kohlenhydratumsetzenden Enzymen. Die „modellierten“ Substanzen könnten Grundlagen beispielsweise zur Behandlung von Infektionen durch Pilze oder Viren liefern.

Zuckerkomponenten zur Energiespeicherung und Formgebung

Kohlenhydrate (KH) stehen neben Proteinen und Fetten im Zentrum des allgemeinen Stoffwechsels, sind aber auch dafür verantwortlich, dass Energie- und Rohstoffäquivalente im Körper zur Verfügung stehen. Polymere KH stellen eine leicht und schnell mobilisierbare Energie- und Rohstoffreserve dar. In Pflanzen wird diese Aufgabe durch Stärke (beste-

hend aus Amylopektin mit α -1,4- und α -1,6 verknüpften Glucose-Einheiten und aus Amylose mit α -1,6 verknüpften Glucose-Einheiten), in Tieren und Pilzen durch Glycogen (bestehend aus Polymeren von α -1,4 verknüpften Glucose-Einheiten) wahrgenommen. Die KH-Bestandteile der Erbsubstanz sind die Ribose und die Desoxyribose, welche in Verbindung mit stickstoffhaltigen Basen und Phosphatresten die Nucleinsäuren bilden.

Den weitaus größten Teil aller in der Natur vorkommenden KH bilden nicht die freien Monosaccharide, sondern ihre Kondensationsprodukte, nämlich die Oligo- und Polysaccharide sowie ihre Konjugate mit Nichtkohlenhydrat-Komponenten. Polymere Zucker dienen sowohl Einzellern als auch höheren Organismen als mechanisch stabile Stütz- und Gerüstelemente. Zellulose (aus β -1,4 verknüpften Glucose-Einheiten) und Chitin (aus β -1,4 verknüpften N-Acetylglucosamin-Einheiten) sind für die Strukturgebung in Pflanzen oder Krustentieren, Insekten und Pilzen ausschlaggebend, das Oligopeptid-Netzwerk Murein (aus N-Acetylglucosamin und N-Acetylmuraminensäure) für die Bakterienzellwand.

Von der Oberflächenerkennung bis zur Entzündungssteuerung

Komplexen Oligosacchariden werden ausserdem hochspezifische Zell-Zell-Erkennungsfunktionen zugeschrieben. Durch Reaktionen mit spezifischen Rezeptoren oder Liganden beteiligen sie sich an hormonähnlichen und immunsuppressiven Wirkungen bei Infektionen und Entzündungen. Wichtige Beispiele für derartige entzündliche Prozesse sind Rheumaerkrankung, Mukoviszidose, Dermatitis und möglicherweise Psoriasis.

Oligosaccharidstrukturen von Glycokonjugaten werden von Lektinen erkannt. Lektine sind Proteine mit im Allgemeinen mindestens zwei Bindungsstellen, die Zucker spezifisch erkennen. Häufig bestehen Lektine aus zwei, vier oder mehr vorwiegend gleichartigen Untereinheiten. Sie sind befähigt, Zellen zusammenzuballen und/oder auszufällen. Ihre Affinität zu bestimmten Zellen oder Makromolekülen (Liganden) liegt um Größenordnungen über der zu einzelnen Zuckern. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass bei der Bindung der Liganden nicht nur die Kohlenhydratanteile eine Rolle spielen, sondern dass zusätzliche, unspezifische Protein-Protein-Wechselwirkungen den Komplex stabilisieren. Einen großen Einfluss auf die

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, dann der von Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation für das Departement Chemie der ETH Zürich.



Erkennung übt die Lage und damit die Zugänglichkeit der Kohlenhydrate an der Molekül- oder Zelloberfläche aus. Auf diese Weise lassen sich auch bestimmte Zell- oder Membrantypen charakterisieren, Zellen in verschiedenen Entwicklungsstadien erkennen, gesunde von Tumorzellen unterscheiden oder die verschiedenen Phasen des Zellzyklus markieren.

Blutgruppenantigene besitzen spezifische Oligosaccharidstrukturen, die an Proteine und Lipide in Membranoberflächen gebunden sein können. Die ABO-Antigene unterscheiden sich durch die Zusammensetzung der Oligosaccharide, die einen gleichartigen und einen variablen Teil besitzen. Bei Blutgruppe A besteht der variable Rest aus N-Acetylglucosamin, bei B aus Galactose und bei Blutgruppe O nur aus einem Fucoserest.

Weißer Blutkörperchen (Leukozyten) bilden die Abwehrzellen des Immunsystems. Zur Bekämpfung von Entzündungsherden müssen sie das Blutgefäßsystem verlassen und in den entzündeten Gewebereich einwandern. Dieser Vorgang muss äußerst genau reguliert werden, da ein außer Kontrolle geratenes Eindringen von Leukozyten in Entzündungsherde dramatische Schädigungen körpereigener Gewebe zur Folge hätte. Die Überwindung der Blutgefäßwand wird durch die spezifische Anheftung von Leukozyten an Endothel-Zellen (innere Zellschicht der Blutgefäße) eingeleitet und überwacht. Die Zellbindung wird durch mehrere Gruppen von Zelladhäsionsmolekülen vermittelt, in der chemotaktisch aktive Signalstoffe (Chemokine) eine wichtige Rolle spielen. Die als Selektine bezeichnete Familie lektinartiger, Kohlenhydratstrukturen bindender Adhäsionsmoleküle, sorgt für die Erkennung von entzündlich aktiviertem Endothel und die erste, bindende Wechselwirkung mit den Leukozyten. Sie veranlasst eine Verlangsamung der Bewegung («Rollen») und leitet einen stärkeren Kontakt mit Chemokinen auf der Endothel-Oberfläche ein. Dieser Kontakt stimuliert die Aktivierung von Integrinen auf der Leukozytenoberfläche und führt zu einer effizienten Bindung der Leukozyten an das Endothel. Die nun stabil anhaftenden Leukozyten können sich

gezielt fortbewegen und schließlich aktiv durch die Endothel-Zellschicht hindurchwandern.

Aufklärung von KH-Strukturen und -Bindungen

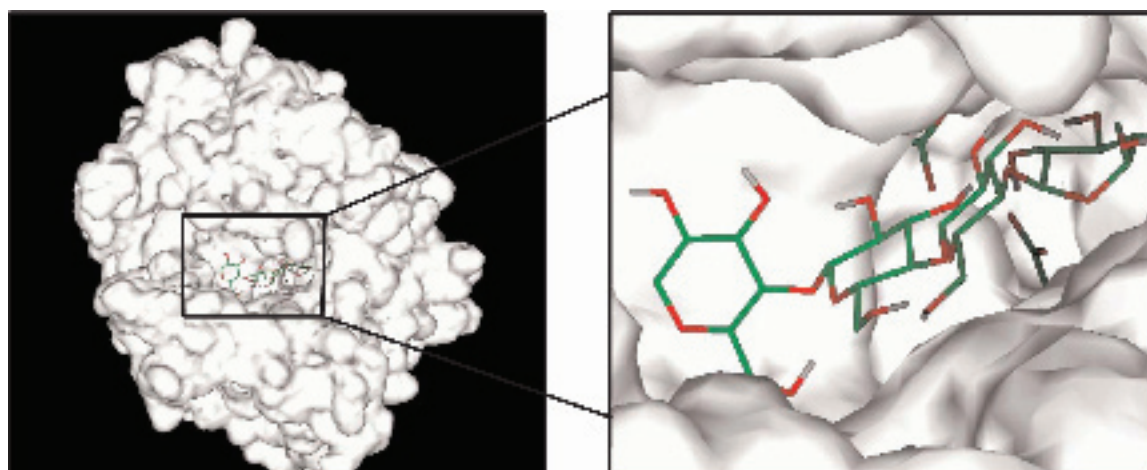
Für die Forschenden am Laboratorium für Organische Chemie der ETH Zürich spielen reaktive Zwischenprodukte bei der Umwandlung von Zuckern eine zentrale Rolle. Dazu werden geeignete Methoden ausgearbeitet, um Kohlenhydrate systematisch in kleinen Schritten abzuwandeln und neuartige Glycoside (Monosaccharide, die unter Wasserabspaltung mit anderen Zuckern oder Nichtzuckern verbunden sind) herzustellen. Da Wasserstoffbrücken besonders bei den KH als Struktur- und reaktivitätsbestimmendes Element in Erscheinung treten und bei Polysacchariden, beispielsweise verschiedenen polymorphen Cellulosen, eine wichtige Rolle spielen, wurden Analysen auf diesem Gebiet durchgeführt. Anhand von NMR-Untersuchungen an Oligoalkoholen konnten Regeln erstellt werden, die es ermöglichen, intramolekulare Wasserstoffbrücken von H-Brücken zum Lösungsmittel zu unterscheiden.

Für die native Cellulose (Cellulose I) fehlen ausreichend genaue Strukturdaten. Um für weitere Forschungsarbeiten Modellverbindungen zu gewinnen, synthetisierten die ETH-Chemiker bis etwa 150 Å lange Celluloseanaloge. Außerdem verknüpften sie Bruchteile der Cellulose in bestimmten Abständen mit einer Matrize (1,8-disubstituiertes Anthraquinon), um durch diese Modellverbindungen Aufschluss über die Bedeutung der Abstände der Celluloseketten in der kristallinen Cellulose sowie die Bedeutung der Phasenverschiebung zu erhalten.

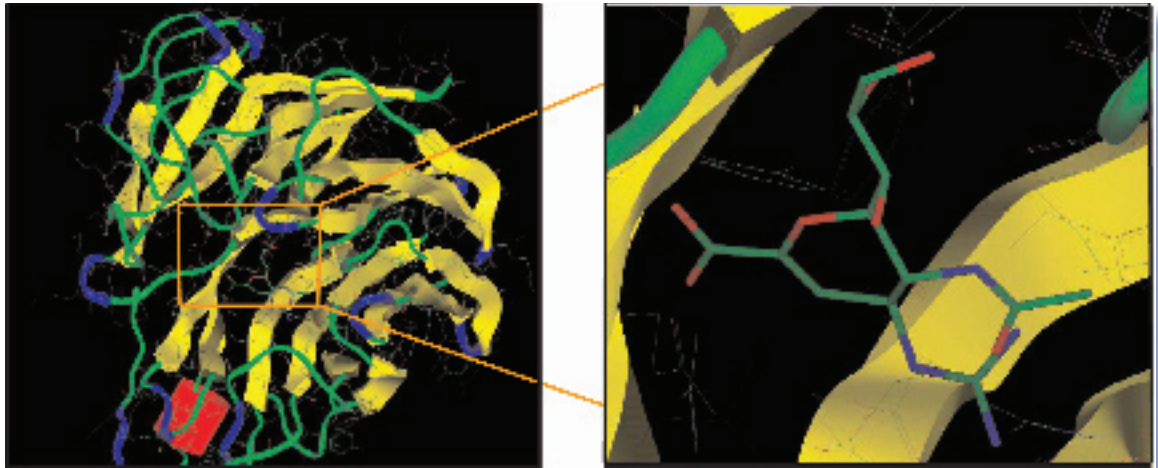
Wasserstoffbrücken bilden auch eine Voraussetzung zur Paarung von Nukleinsäuren. Ein ETH-Projekt dient dem Nachweis, ob eine strukturelle Differenzierung zwischen den Nukleobasen und dem Oligonukleotid-Rückgrat eine Grundvoraussetzung für die Duplexbildung von Oligonukleotiden darstellt. Im Hinblick auf



AUFsätze



Ein Modell von Tetrose wurde in die aktive Tasche einer Cellulase gebunden und die Energie des Komplexes mit Hilfe einer semiempirischen Methode (MM2) minimiert (Oberfl. der Cellulase: grau; Tetrose, katalytische Säure, Base der Cellulase: Stäbchen; Abb.: Matthias Böhm, Lab.f.org.Chemie, ETHZ).



das Potenzial dieser Oligomere für pharmazeutische „Antisense“- bzw. Antigen-Anwendungen soll auch herausgefunden werden, inwieweit eine Paarung von teilmodifizierten Analogen mit komplementären DNA- und RNA-Strängen möglich ist.

Molecular Modeling beispielsweise zur Virusbekämpfung

Die Kenntnis von 3D-Strukturen verschiedener Moleküle wie Enzyme, Rezeptoren oder Zuckerkomplexe ist bei der Suche nach neuen Wirkstoffen von grundlegender Bedeutung. In diesem Zusammenhang tragen Molekül-Graphiksysteme zur Entdeckung und Optimierung von Leitstrukturen bei. Unter dem Begriff Molekülmodellierung wird die Berechnung, Darstellung und Bearbeitung von realistischen dreidimensionalen Molekülstrukturen und ihren physikochemischen Eigenschaften verstanden. Aus der großen Zahl rechnerisch denkbarer Varianten lassen sich am Computer-Bildschirm durch Anpassung von Molekülgeometrie und Einbeziehung der Wechselwirkungen die optimalen Strukturen auswählen. Anhand der Bindungsenergien zwischen Rezeptor und Zielstruktur kann auf eine bestmögliche Struktur gefolgert werden. Zusammen mit der entsprechenden Software ermöglichen Spezialausrüstungen wie 3D-Brille und stereofähiger Monitor die Darstellung und Betrachtung der Molekülstrukturen.

Da sich viele Krankheiten auf fehlerhafte Enzymfunktionen zurückführen lassen, spielt die Kenntnis von deren Struktur eine große Rolle bei der Entwicklung neuer medizinischer Wirkstoffe: Ist die Struktur eines Substrates S („Schlüssel“) bekannt, welches im aktiven Zentrum A („Schloss“) eines Enzyms E umgesetzt wird, lässt sich unter Berücksichtigung der Bindungsstabilität durch Nachbau und Angleichung mit Hilfe der Molekülmodellierung ein Wirkstoffmolekül W (anstelle von S) konstruieren, welches ebenfalls in A hineinpasst. Je selektiver W konstruiert ist, desto eher wird es sich auch nur mit A verbinden, auf das

es je nach Bedarf stimulierend oder hemmend wirken soll. Mit Hilfe der computergestützten Bewegung können Varianten von W in das aktive Zentrum A hinein manövriert werden und dieses wirkungsvoll blockieren. Wenn sich W nicht mehr ablöst, ist E nicht mehr imstande, seine Substrate umzusetzen.

Detail-Untersuchungen speziell von Glycosidasen

Kohlenhydratumwandelnde Enzyme sind nicht nur an der Biosynthese von Glycokonjugaten, sondern auch an der Metastasierung von Tumoren, Stoffwechselerkrankungen und bakteriellen und viralen Infektionen beteiligt. Die Einbeziehung von Kristallstrukturanalysen von glycosidspaltenden Enzymen wie Glycosidasen bzw. Glycosidase-Ligand-Komplexen ermöglichen eine Gegenüberstellung von Hemmwirkung und Struktur. Diese Informationen bieten eine detaillierte Grundlage für den rationalen Entwurf selektiver und starker Hemmer. Die Analyse enzymatischer Wirkungsmechanismen und deren Hemmung wird durch systematische Abwandlung entscheidender Strukturparameter der Inhibitoren und Interpretation standardisierter kinetischer Daten unterstützt.

An der ETH wird auf diesem Gebiet seit längerem gearbeitet. Hydroximolactone sind Analoge von Lactonen, die β -Glycosidasen kompetitiv und selektiv hemmen. Der Vorteil der zusätzlichen OH-Gruppe von Hydroximolactonen wurde genutzt, um Substituenten einzuführen, welche das Aglycon nachahmen. Auf diese Weise wurden stark wirkende Hemmstoffe für Glycosidasen und für die Phosphorylase b gefunden. Es folgte eine Reihe von Synthesen wirksamer Analoge von Gluconolacton, darunter Tetrazole und Imidazole.

Vergleichende Untersuchungen von Kristallstrukturen von Komplexen aus konfigurationserhaltenden β -Glycosidasen und deren Substraten, Reaktionsprodukten oder Hemmern zeigten, dass es zwei Klassen von Glycosidasen gibt. Der Protonendonator im ersten

Typ ist *anti*-ständig zum Sauerstoffatom des Pyranose-rings, im zweiten Typ ist er *syn*-ständig. Die *anti*- oder *syn*-Protonierungsrichtung liefert nun ein wichtiges Kriterium für den Strukturentwurf von neuen selektiven Hemmern. Zur Zeit wird auch versucht, Hemmer der Chitin- und Glucansynthasen zu synthetisieren, die eine Wirkung als Antibiotika entfalten könnten. Nach dem Vorbild natürlich vorkommender Verbindungen abgewandelte synthetische KH-Analoga bezeichnet man als Glycomimetika.

Verwendete Literatur

- A. Vasella, 1999. «Glycosylidene Carbenes» in S. Hecht, ed. «Bioorganic Chemistry», Vol. 3, «Carbohydrates», Oxford Press, New York, p. 56-88
- A. Vasella, B. Bernet, M. Weber, W. Wenger, 2000. «Glycosylidene Diazirines» in «Oligosaccharides in Chemistry and Biology; A Comprehensive Handbook», B. Ernst, ed., J. Wiley, p. 156-175
- B. Bernet and A. Vasella, 2000. 1H-NMR Analysis of Intra- and Intermolecular H-Bonds of Alcohols in DMSO: Chemical Shift of Hydroxy Groups and Aspects of Conformational Analysis of Selected Monosaccharides, Inositols, and Ginkgolides. *Helv. Chim. Acta* 83, 995
- B. Bernet, A. Vasella, 2000. Intra- and Intermolecular H-Bonds of Alcohols in DMSO. 1H-NMR Analysis of Inter-Residue H-Bonds in Selected Oligosaccharides: Cellobiose, Lactose, N,N'-Diacetylchitobiose, Maltose, Sucrose, Agarose, and Hyaluronates. *Helv. Chim. Acta* 83, 2055
- T. V. Bohner, O.-S. Becker, and A. Vasella, 1999. Oligosaccharide Analogues of Polysaccharides Part 17. Synthesis and Characterization of a Hexadecamer. Evidence for the Essential Structural Role of the Intramolecular, Interresidue C(3)-OH...O-C(5) Hydrogen Bond in Celluloses. *Helv. Chim. Acta* 82, 198
- K. V. S. N. Murty and A. Vasella, 2001. Oligosaccharide Analogues of Polysaccharides Part 21. Towards New Cellulose I Mimics: Synthesis of Dialkynyl C-glucosides of peri-Substituted Anthraquinone. *Helv. Chim. Acta* 84, 939
- W. Czechtizky and A. Vasella, 2001. Oligonucleotide Analogues with a Nucleobase-Including Backbone Part 5. 2'-Deoxy-8-(hydroxymethyl)adenosine- and 2'-Deoxy-6-(hydroxymethyl)uridine-Derived Phosphoramidites: Synthesis and Incorporation into 14-Mer DNA Strands. *Helv. Chim. Acta* 84, 594
- A.C. Papageorgiou, N.G. Oikonomakos, D.D. Leonidas, B. Bernet, D. Beer, and A. Vasella, 1991. The Binding of D-Gluconohydroximono-1,5-lactone to Glycogen Phosphorylase: Kinetic, Ultracentrifugation and Crystallographic Studies. *Biochem. J.* 274, 329
- D. Beer, J.-L. Maloisel, D.M. Rast, and A. Vasella, 1990. Synthesis of 2-Acetamido-2-deoxy-D-gluconohydroximolactone- and Chitobionohydroximo-lactone-Derived N-Phenylcarbamates, Potential Inhibitors of β -N-Acetylglucosaminidase. *Helv. Chim. Acta* 73, 1918
- M. Horsch, L. Hoesch, A. Vasella, and D.M. Rast, 1991. N-Acetylglucosaminono-1,5-lactone Oxime and the Corresponding (Phenylcarbamoyl)-oxime-Novel Competitive Inhibitors of β -N-Acetylglucosaminidase. *Eur. J. Biochem.* 197, 815
- T. D. Heightman and A. T. Vasella, 1999. Neuere Erkenntnisse über Hemmung, Struktur und Mechanismus Retentiver Glycosidasen. *Angew. Chem.* 111, 795
- Thisbe K. Lindhorst: „Struktur und Funktion von Kohlenhydraten“;
- B. Brauckmann: Roche Facetten 12 (1999) „Biologische Zellmoleküle vom Bildschirm aus „in Form gebracht“.

Grundwissen Kohlenhydrate

Das Molekulargewicht der KH reicht von einigen Hundert im Falle der Glucose bis zu einigen Hunderttausend bei der Cellulose. Monosaccharide sind Alkohole, Aldehyde und oder Ketone, es gibt aber auch Säuren, Amine, Amide, Ester, Acetale, oder Schwefelderivate stickstoffhaltige Heterozyklen, Tetrahydrofurane.

Zucker, Stärke, Glycogen, Dextrine und Zellulose sind aus den Elementen Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) aufgebaut. Die Beobachtung, dass dabei die Elemente C, H und O im Verhältnis 1:2:1 auftreten, was sich in der Summenformel als $(\text{CH}_2\text{O})_n$ darstellen lässt, hat zur Bezeichnung Kohlenhydrate (KH), d.h. Hydrate des Kohlenstoffs geführt. (Nicht zu den KH gehören jedoch beispielsweise Essigsäure ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) und Milchsäure ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$)).

Kohlenhydrate mit einem Aldehyd werden als Aldosen, diejenigen mit einem Keton als Ketosen bezeichnet. KH entstehen aus Polyalkoholen (Alkohole mit mehreren OH-Gruppen), indem eine Hydroxy-Gruppe zu einer Carbonyl-Gruppe dehydriert wird. Entsprechend der Anzahl C-Atome in der Kohlenstoffkette enthalten Triosen jeweils 3 C-Atome. Dazu gehören Glycerinaldehyd (Aldose) als auch Dihydroxyaceton (Ketose). Die in der Nahrung vorkommenden einfachen Zucker sind vorwiegend Hexosen, die in den Nucleinsäuren der Erbsubstanz vorliegenden Ribosen in der Ribonucleinsäure (RNS) und Desoxyribosen in der DNS (Desoxyribonucleinsäure) gehören zu den Pentosen.

Die Kohlenstoffatome des Kohlenhydratgerüsts werden nummeriert, beginnend bei demjenigen C-Atom, welches der Aldehyd-Gruppe bzw. der Keton-Gruppe am nächsten ist. Aldosen mit drei oder mehr C-Atomen und Ketosen mit vier oder mehr C-Atomen enthalten sogenannte asymmetrische Zentren, d.h. sie besitzen Kohlenstoffatome mit 4 verschiedenen Substituenten. Je nach dem, ob die Hydroxy-Gruppe am zweitletzten C-Atom nach rechts oder links gerichtet ist, werden D- und L-Formen unterschieden. Moleküle, die sich in dieser Art spiegelbildlich verhalten, werden als Enantiomere oder Stereoisomere bezeichnet. Diese besitzen den gleichen Namen jeweils mit einem L oder D am Anfang. In der Natur dominieren bei den KH die D-Formen. Ausgangspunkt sind bei den Aldosen das D- und das L-Glycerinaldehyd. Die Zahl der möglichen Aldosen wächst mit jedem weiteren C-Atom um den Faktor 2. Die KH lassen sich unterteilen in Einfachzucker (Monosaccharide) wie Fruchtzucker, Traubenzucker und Zweifachzucker (Disaccharide = zwei Monosaccharide) wie Malz-(Maltose), Milch- (Lactose), Rohr- oder Rübenzucker; (Saccharose), Oligosaccharide (3-10 Monosaccharide) und Vielfachzucker (Polysaccharide) wie pflanzliche oder tierische Stärke. Saccharide sind Oxidationsprodukte von mehrwertigen Alkoholen. Polysaccharide sind 8000 bis 12.000 Glucose-Einheiten, die sich zu einer mikrometerlangen Kette zusammenlagern.

(Siehe auch CLB-Memory 05, 06 und 08-2002).



Anthocyane in Reihe – „smarte“ Analytik

Stephen Schulz, Gelsenkirchen

Die Anthocyane haben aufgrund ihrer medizinischen Wirkungen großes Nutzungspotential für den Menschen. Deshalb interessieren sie den Jungforscher Stephen Schulz. Er hat Methoden entwickelt, mit denen man nach seinen Aussagen Anthocyane besser isolieren kann als auf herkömmliche Weise und sogar deren Wirksamkeit als Radikalfänger erhöhen kann. Zudem zeigte er, wie sich Anthocyane in der Metallkationenanalytik als umweltfreundliche Metallindikatoren einsetzen lassen. Hier sein Bericht:

Einleitung

„Wenn man dies Blümlein in einen Ameisenhaufen wirft, wird es rot wie Blut“. Der aus dem Kräuterbuch des Botanikers Brunnfels (um 1530) zitierte Satz beschreibt die Veränderung der Blütenfarbe der blauen Wegwarte bei Kontakt mit Säure. Diese Beobachtung brachte B. Boyle im 17. Jahrhundert dazu, die halochromen Eigenschaften dieser Pflanzenfarbstoffe als Säure-Nachweis zu nutzen. Die durch Marquart 1825 als Anthocyane (gr. anthos = Blüte, cyan = blau) benannte Stoffklasse konnte erst 1914 [Robinson] hinsichtlich ihrer Struktur aufgeklärt werden.

Doch neben den optisch interessanten Eigenschaften besitzen die Anthocyane noch einige medizinische Wirkungen. Dazu zählen die antioxidative Wirkung [Böhm, Bitsch 2000], die Hemmwirkung beim Wachstum bösartiger Tumore, die Verringerung des Herzinfarkt- und Schlaganfallrisikos, die entzündungshemmende Wirkung und die Erhöhung der Dunkelabsorption [Watzl, Reckemmer, Karlis 2000] des Auges. Einer genaueren Untersuchung stand bislang entgegen, dass es noch keine Standardmethode zur Isolierung der Anthocyane gab.

Interessant ist auch: Anthocyane bilden mit Metallkationen Komplexe. Dies lässt sich in der quantitati-

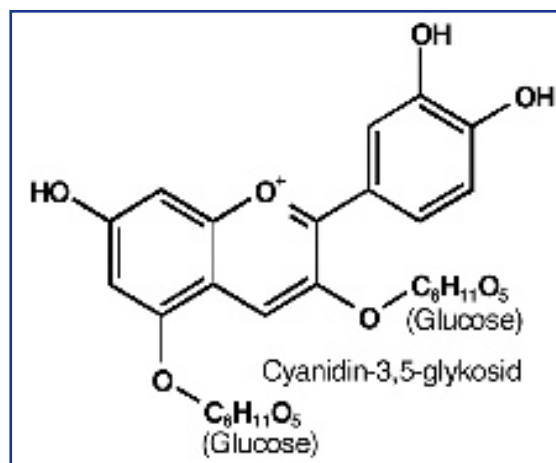


Abbildung 1: Glykosid des Cyanidins

ven Analytik nutzen. Vorteilhaft sind die schnelle und vollständige Reaktion und vor allem die Ungiftigkeit der Anthocyane im Gegensatz zu anderen Metallindikatoren.

Vorkommen

Die Anthocyane kommen als Glycoside und Galaktoside sehr häufig in der Natur vor. Ihre Farbenpalette ist groß; sie wird durch unterschiedliche Substituentenstruktur hervorgerufen. Das in Abbildung 1 dargestellte Anthocyan, mit Zuckerrest, heißt Cyanin, sein Aglykon Cyanidin, welches bei meiner Arbeit als Beispiel für ein Anthocyan benutzt wurde.

Die Anthocyane, welche von der Flavan-Grundstruktur abstammen, kommen in der Natur beispielsweise in Rosen, Kornblumen, Mohn, Petunien, Rotkohl und vielen weiteren Blüten und Früchten vor.

Der Anthocyan-Metallkomplex

Die Komplexbildung von Anthocyanen mit bestimmten Metallkationen wurde erst 1966 durch Bayer entdeckt. Man hat bis heute nur den Magnesium-, Aluminium- und Eisenkomplex in der Natur gefunden.

Die Komplexbildung läuft gemäß Abbildung 2 ab, wobei als erstes das Cyanidin (z.B.) [6] von seiner kationischen Form in die deprotonierte Form [7] überführt werden muss. Diese Form, die durch Tautomerie zwei benachbarte deprotonierte Gruppen



Der Autor:

Stephen Schulz besucht noch die Gesamtschule Buer-Mitte in Gelsenkirchen. Er belegte beim Wettbewerb „Jugend forscht“ 2003 im Bereich Chemie bundesweit den zweiten Platz, erhielt zudem den Sonderpreis des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Der Preis zeichnet Arbeiten aus, die besondere Bedeutung für den Umweltschutz haben. Nach seiner Schulzeit will Schulz Chemie studieren.

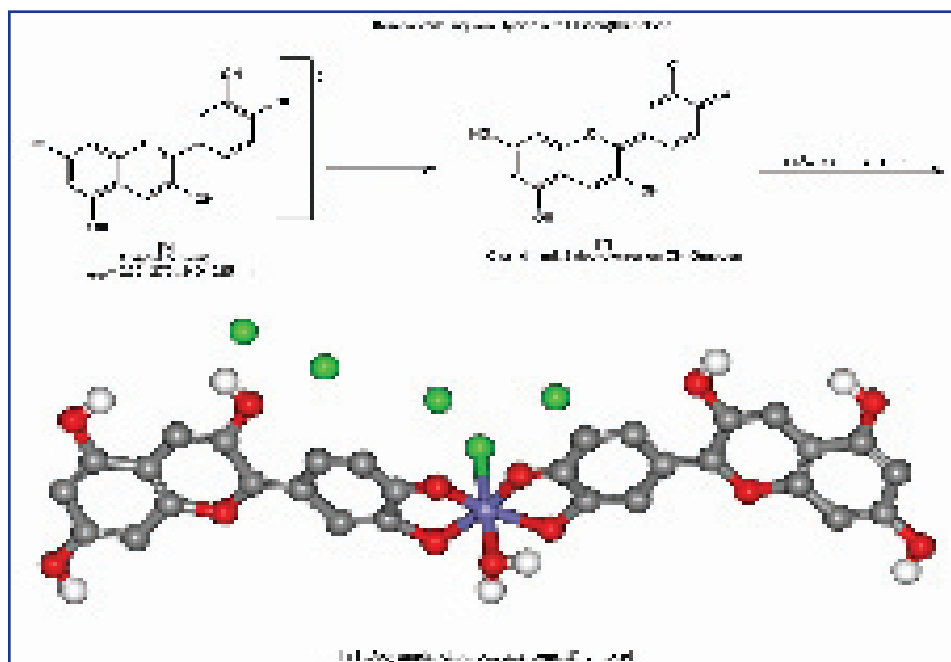


Abbildung 2:
Komplexbil-
dungsschema
vom Cyanidin mit
Eisen (III)-chlorid

enthält, kann dann mit z.B. Eisen(III)chlorid den Komplex [8] bilden.

Der Komplex ist dadurch charakterisiert, dass die Cyanidin-Liganden über π -Hinbindungen gebunden sind und je einen Chelat-Ring bilden, der für die Stabilität des Komplexes verantwortlich ist. Von seiner Struktur her ist der Komplex mit der Koordination ML_6 oktaedrisch und besitzt neben den koordinierten Ionen (innere Sphäre) eine äußere Sphäre.

Nach der Ligandenfeldtheorie ist der Komplex in die Kategorie der Low-Spin-Komplexe einzuordnen, weil eine hohe Anzahl ungepaarter Elektronen vorliegt. Aufgrund des Low-Spin-Komplex sollte die Lichtabsorption im sichtbaren Bereich des Spektrums auftreten, was die Farbe ja auch zeigt.

Zielsetzung

Die Arbeit unterteilt sich in verschiedene Bereiche. Zum einen galt es, eine Methode zu finden, mit der man spezifisch Anthocyane isolieren kann. Im Vorfeld sollte aber erst einmal mit einer Optimierung der Säulenchromatographie begonnen werden. Zum anderen soll das isolierte Anthocyan dazu genutzt werden, eine Methode zu entwickeln, die bei gleicher Leistung bezüglich der Metallindikation für die Umwelt weniger belastend ist als andere Methoden.

Durchführung: Flashchromatographie

Als erste Methode habe ich die analytische und präparative Dünnschichtchromatographie verwendet. Mit diesen Methoden ist die Identifizierung und Gewinnung von Mikromengen an Anthocyanen zu Strukturaufklärungszwecken möglich.

Durch die Dünnschichtchromatographie ist es mir gelungen nachzuweisen, dass im Rotkohl das Cyani-

din enthalten ist, entgegen einiger Literaturstellen, die von Petunidin als Hauptanthocyan ausgingen. Doch um präparative Mengen im Reihenverfahren zu isolieren ist die Dünnschichtchromatographie nicht geeignet.

Als Standard-Methode für präparative Mengen eignet sich die Säulenchromatographie, deren Trennleistung aber für die Isolierung von Anthocyanen meist nicht ausreicht. Eine Lösung für dieses Problem ist die Verwendung feinerer Kieselgele. Dabei kommt es jedoch zur Bandenverbreiterung durch Diffusion infolge der langsamen Fließgeschwindigkeit. Dieses Problem kann durch die Flashchromatographie umgangen werden, welche 1978 erstmals eingesetzt wurde. Doch

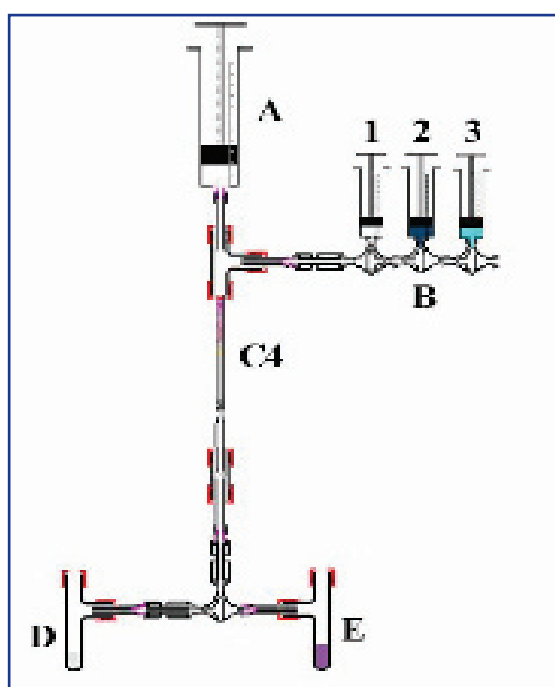


Abbildung 3:
Flash-Chroma-
tographie in der
Halbmikrotechnik

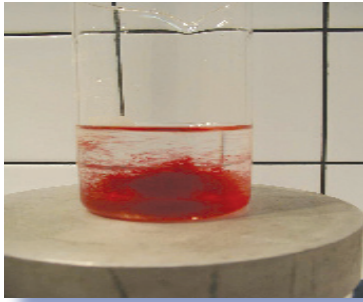


Abbildung 4:
Cyanidin auf
Ionentauscher
bei der Arbeit im
Wirbelschichtver-
fahren

der konventionelle Aufbau aus einer Säule mit Lösungsmittelreservoir und Druckanschluss eignet sich nicht für dieses Trennproblem, weil eine Gradientenelution nicht möglich ist.

Das Problem ließ sich lösen, indem die Apparatur (Abbildung 3) in Halbmikrotechnik (www.halbmikrotechnik.de) dargestellt wurde.

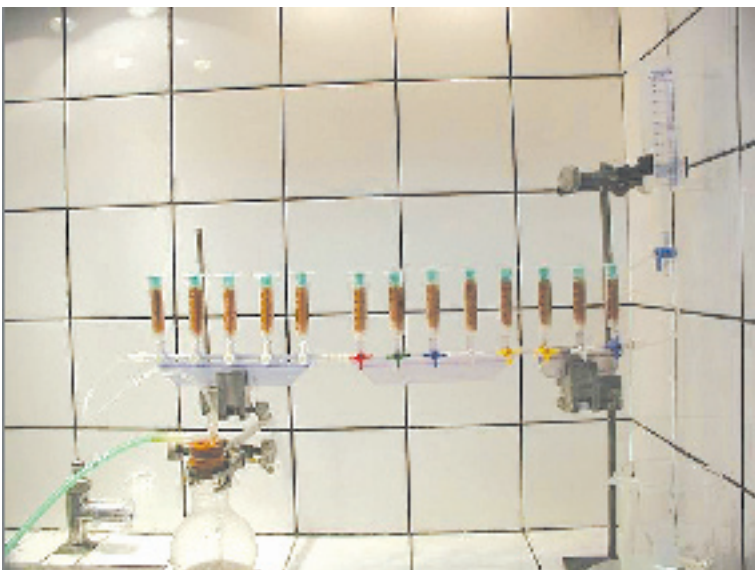
Die Apparatur besteht aus der Gradientenerzeugung (B), womit man aus Essigsäure (2) und Wasser (3) das Fließmittel im Kolbenprober (1) mischen kann und dann unter Druck mit dem Kolbenprober A über die Säule drücken kann. Nach der Aufgabe der Probe eines Pflanzenextrakts durch die Gradientenbereitung B hindurch, wird dann die Essigsäurekonzentration schrittweise erhöht und so optimale Laufeigenschaften des Anthocyans erreicht. Als Sorbens kommt Kieselgel mit 60 μm Körnung zum Einsatz. Nach Durchlaufen der Säule kann zwischen Produkt (E) und Abfallfraktion (D) unterschieden werden.

Die Apparatur in der Halbmikrotechnik ermöglicht es nun, Flashchromatographie mit Gradientenelution durchzuführen. Vorteilhaft sind die erhöhte Sicherheit, weil keine komprimierten Gase zur Druckerzeugung eingesetzt werden, hohe Produktreinheit und das Arbeiten in geschlossenen Systemen mit kleinen Mengen. Nachteilig an diesem Verfahren ist die mögliche Isolierung von Begleitstoffen. Wiederum fand ich eine Lösung mit ausgefeilter Chromatographie-Technik, der Ionenaffinitätschromatographie.

Die Ionenaffinitätschromatographie

Abbildung 5:
Apparatur zur
Isolierung von
Anthocyanen im
Reihenverfahren

Die Grundidee hinter dieser Methode ist der Versuch mit Anthocyan-Kationen einen Ionenaustausch durchzuführen. Wie sich zeigte, war es auch möglich, die Protonen des LEWATIT S100 durch Anthocyan-Kationen auszutauschen. Dabei färbte sich der Ionen-



tauscher tief rot (Abbildung 4). Ich hielt diesen Effekt für reversibel und erwartete, das Cyanidin durch Salzsäure bei der Regeneration wieder ablösen zu können – doch es passierte nichts. Erst nach starker Erhitzung und nach einigen Minuten löste sich das Cyanidin wieder von dem Ionentauscher ab. Dieser Vorgang ließ sich viele Male wiederholen. Das lässt darauf schließen, dass diese Isolierungsmethode keine ionenchromatographische Methode, sondern eine ionenaffinitätschromatographische (IOAC) Methode ist. Sie hat zum Vorteil, dass bei dieser Durchführung im Wirbelschichtverfahren alle Begleitstoffe abgewaschen werden und nur noch das Anthocyan im letzten Schritt abgelöst wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass man etwa abschätzen kann, wieviel Cyanidin man isoliert hat, denn 1 ml Ionentauschermasse kann 14 mg Cyanidin binden.

IOAC im Reihenverfahren

Die Isolierung von Anthocyanen im Reihenverfahren bietet die Vorteile der Verwendung der IOAC, und darüberhinaus auch noch die Möglichkeit des Anthocyan-Screenings. Damit lassen sich große Mengen an Pflanzenextrakten aufreinigen und auf bestimmte medizinische Eigenschaften untersuchen.

Zur Durchführung wurde eine kostengünstige Apparatur (Abbildung 5) mit Hilfe von Medizintechnik-Artikeln gebaut. Sie besteht aus Verteiler-Linien, auf die Einmalspritzen (5 ml) mit durchbohrtem und abgetrennten Kolben aufgesetzt sind. Die Säulen sind jeweils mit 6 ml Kationentauscher LEWATIT S100 befüllt.

Die Isolierung verläuft folgendermaßen: Als erstes werden auf die 13 Säulen Wasser aus dem Vorratsgefäß (100 ml Spritze) zum Vorquellen gegeben. Nach dem Absaugen über die Saugvorlage (250 ml Rundkolben mit Membranpumpe) werden die Pflanzenextrakte aufgetragen. Nach Absorption der Anthocyane, wird mit Ethanol, Wasser, verdünnter Salzsäure und wieder mit Wasser gewaschen. Dadurch werden alle Verunreinigungen und durch die Salzsäure auch Störkationen entfernt, ohne dass Anthocyane abgelöst werden. Das Ablösen der Anthocyane geschieht durch Auftragen von 95°C heißer 9%-iger Salz- oder Schwefelsäure. Nachdem dieses Verfahren an allen Säulen durchgeführt wurde und man nun 13 Proben über die Ventil-Linie gesammelt hat, kann die Säure durch Ionentauscher wie LEWATIT M500 entfernt werden und man erhält das reine Anthocyan in Lösung mit den Vorteilen der Durchführung im Reihenverfahren.

These zur Reaktion/Festphasensynthese

Aus den Beobachtungen der Versuche lässt sich schon einmal schließen, dass es sich um eine kovalente, nicht ionische Bindung zwischen dem Ionentauscher und dem Cyanidin [52a] handeln muss. Da die Bindung

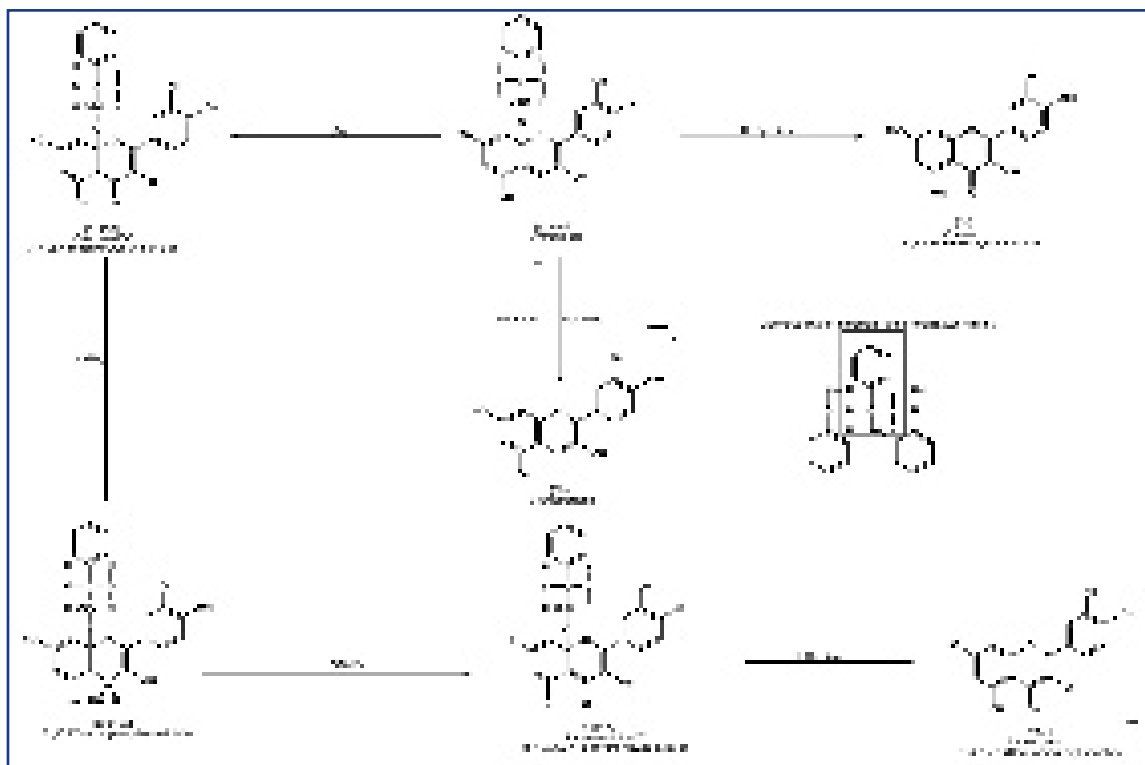


Abbildung 6: Formelschemata zur Derivatisierung im Festbettverfahren

durch saure Hydrolyse reversibel ist, kann es sich um eine Veresterung der Sulfonsäuregruppen mit einem Kohlenstoff des Heterocyclus handeln. Diese These wird bewiesen durch das Auftreten einer S-O-Schwingung (720 cm^{-1}) im IR-Spektrum von [52a-IOT] und das Verschwinden einer Sulfonsäureschwingung bei 1045 cm^{-1} .

Ich wollte dann die Vorteile des immobilisierten Anthocyanins nutzen, um weitere Syntheseschritte daran durchzuführen. Als erstes versuchte ich, das Quercetin durch Oxidation mit 60°C heißer Salpetersäure ($w=26\%$) zu erzeugen. Dies führte dazu, dass das Quercetin [51] durch die Salpetersäure schon abgelöst wurde. Diese Methode könnte Einsatz finden, wenn es darum geht, Anthocyane zu isolieren und dann das Flavonol daraus zu gewinnen. Eine geeignete Methode, Quercetin am Ionentauscher zu erzeugen ist die schnelle (um Nebenprodukte zu vermeiden) Oxidation mit 60°C heißem Wasserstoffperoxid ($w=30\%$). Das dabei entstehende Quercetin [52a-IOT] (Abbildung 6) am Ionentauscher konnte durch das Auftreten der Carbonylbande im IR nachgewiesen werden. Anschließend bot sich die Reduktion der Carbonylgruppe an, welche durch das komplexe Metallhydrid Natriumborhydrid (6 h mit NaBH_4 in Ethanol) möglich war. Dabei bildet sich das Flavandiol [53b*]-IOT, dessen Nachweis durch verschwinden der Carbonylbande im IR-Spektrum erfolgte, wobei eine Ablösung des Flavandiols [53b*]-IOT nicht möglich war, denn es reagiert mit Salzsäure zum Leucocyanidin [52b*]-IOT. Dieses Leucoanthocyan bleibt beim Waschen mit verdünnter Salzsäure an den Ionentauscher gebunden. Erst durch Behandlung

von [52b*]-IOT mit heißer Salzsäure ($w=9\%$) löst sich das Leucocyanidin vom Ionentauscher ab. Das Endprodukt ist ein gezielt hydroxylsubstituiertes Cyanidin, das Leucocyanidin [52b*].

Durch die entwickelten Synthesemethoden besteht nun die Möglichkeit, Anthocyane ionenaffinitätschromatographisch zu isolieren und in ihre Leucoanthocyane umzuwandeln, und das unter Ausnutzung der Vorteile der Festphasensynthese wie beispielsweise hohe Produktreinheit, weniger Aufreinigungsschritten und Durchführbarkeit im Reihenverfahren (Abbildung 5).

Die erzeugten Leucoanthocyane sollen nach [Herrmann, 1994] eine etwa doppelt so hohe antioxidative Kapazität besitzen wie die normalen Anthocyane.

Da dies nur allgemeine Vermutungen sind, habe ich nun versucht, die antioxidative Kapazität des Cyanidins mit der des Leucocyanidins zu vergleichen. Dazu wurde die „TEAC-Methode“ (auch Trolox-Methode genannt) verwendet.

Beim Cyanidin wurde diese Kapazität mit $4,4\text{ }\mu\text{mol}$ Trolox und beim Quercetin mit $4,7\text{ }\mu\text{mol}$ Trolox pro g Substanz vorgefunden. Diese Werte stimmen genau mit der Literatur [Böhm; Bitsch 2000] überein. Bei dem Leucocyanidin habe ich eine antioxidative Kapazität von $11,6\text{ }\mu\text{mol}$ Trolox/g vorgefunden (11 mal höher als Vitamin C), also einen um den Faktor 2,6 höheren Wert als beim Cyanidin. Damit ist nun eine Methode gefunden worden, mit der man die antioxidative Kapazität von Cyanidin, welche schon als hoch eingeschätzt wird, noch um den Faktor 2,6 erhöhen kann, dazu wurden erstmals Anthocyane in

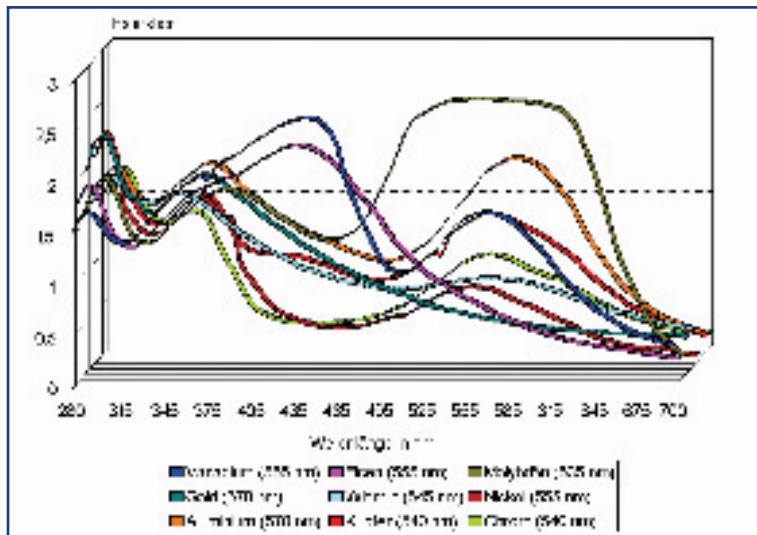


Abbildung 7:
UV/VIS-Spektren
aller Anthocyan-
Metallkomplexe

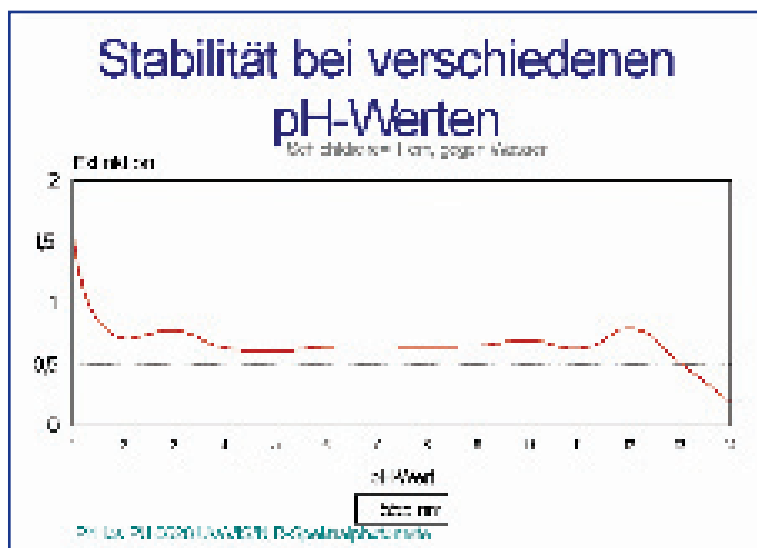
ihre Leucoanthocyane im Labor umgesetzt, mit der von mir entwickelten Methode.

Komplexfotometrie mit Cyanidin

Um das isolierte Anthocyan Cyanidin nun in der Analytik für Metall-Kationen einsetzen zu können, stellt sich zuerst einmal die Frage, welche Komplexe überhaupt gebildet werden können. Dazu wurde einfach eine Reihe von Standards ausprobiert, wobei Standardlösungen von Kraft verwendet wurden, deren Gehalt an Salpetersäure durch Zugabe von festem Natriumhydroxid gesenkt werden musste, damit es nicht zur Oxidation kam.

Es wurden also folgende Elemente auf die Fähigkeit solch einen Komplex zu bilden untersucht: Natrium (stellvertretend für Alkalimetalle), Magnesium (stellvertretend für Erdalkalimetalle), Vanadium, Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Molybdän, Silber, Cadmium, Zinn, Wolfram, Gold, Quecksilber, Blei, Wismut und Aluminium. Dazu wurde je 2,5 ml des pH-korrigierten Standards mit

Abbildung 8:
Stabilität des
Komplexes bei
verschiedenen
pH-Werten



0,5 ml Cyanidinlösung in einer Küvette gemischt und ein UV/VIS-Spektrum (Abbildung 7) aufgenommen.

Die Entdeckung, dass sich 9 Metall-Cyanidin-Komplexe erzeugen lassen ist ebenfalls neu, denn nirgendwo in der Literatur [Schweppe, 1993; Haas 2a] werden mehr Komplexe beschrieben als der Aluminium-, Eisen- und Magnesiumkomplex. Es fällt auf das nur Metalle der Oxidationsstufe +III Komplexe bilden. Außerdem sind es noch Metalle der Oxidationsstufe +II, die zur Oxidationsstufe +II oxidiert werden (Magnesium ist die Ausnahme). Cyanidin wird zum Oxidationsmittel und dabei selber reduziert. Das dreiwertige Ion bildet dann den Komplex.

pH-Stabilität des Komplex

Für die Bestimmung des Stabilitätsbereichs bei verschiedenen pH-Werten, wurde der Vanadiumstandard mit Salpetersäure (damit keine Ionen anderer Säuren anwesend sind die koordiniert werden könnten und damit das Spektrum ändern würden) bzw. Natriumhydroxid auf pH-Werte zwischen 1 und 14 eingestellt. Dann wurde die Komplexbildung durchgeführt und es zeigte sich (Abbildung 8), dass die Probe einen pH-Wert zwischen 4 und 10 haben muss, damit die Extinktion stabil bleibt.

Die Methode

Nun gilt es, eine Methode zu finden, mit der man die lineare Abhängigkeit der Konzentration von der Extinktion, gemäß des Lambert-Beerschen-Gesetzes, für die komplexfotometrische Bestimmung der 9 Metallkationen nutzen kann.

Dazu wird die gleiche Zusammensetzung der Probelösung gewählt, welche sich schon bewährt hat: 2,5 ml Probe (pH-Wert um ca. 5, mit Salpetersäure bzw. Natriumhydroxid eingestellt)

0,5 ml Cyanidin (15 mg/L, gravimetrisch geprüft und ggf. eingengt bzw. verdünnt)

1,0 ml Gummi-arabicum-Lösung (w= 10%) [nur bei Nickel, Chrom, Gold, Eisen, Wismut]

Der Zusatz von Gummi arabicum ist bei den aufgeführten Elementen erforderlich, weil sich zeigte, dass es in dem angegebenen pH-Bereich zur Überschreitung des Löslichkeitsproduktes kam. Durch das Schutzkolloid Gummi arabicum [Gottwald, Heinrich 1998] wurde die Clusterbildung und damit die Fällung vermieden, dadurch konnte eine spektroskopische Bestimmung auch dann erfolgen.

Anschließend wurden folgende Metallkonzentrationen durch verdünnen der Standards erzeugt: 1000; 750; 500; 250; 150; 50; 25; 15; 10; 7,5; 5,0; 2,5; 1 mg/L. Dabei zeigte sich, wie erwartet, eine Gerade, welche es nun nach statistischen Parametern zu untersuchen galt. Lediglich bei der Eisen-Bestimmung war eine Verdünnung der Proben vor der Messung auf ¼ der Ausgangskonzentration erforderlich, um einen akzeptablen Extinktionswert zu erhalten.

CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,

Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

August 2003

Moderne Ionenanalytik (Teil 6): Maßanalyse

Säure-Base-Titration und Fällungstitration

Sowohl Säure-Base- als auch Fällungstitrationen finden nach wie vor eine breite Anwendung im analytischen Alltag. Grundlage ist wie bei allen Titrations das Massenwirkungsgesetz.

Der Säure-/Base-Begriff wurde seit dem 18. Jahrhundert mehrfach revidiert:

- Säuren enthalten Sauerstoff (Lavoisier).
- Säuren enthalten Wasserstoff, der durch Metall ersetzbar ist (Liebig).
- Säuren dissoziieren in wässriger Lösung unter Abgabe von Protonen und Basen unter Freisetzung von Hydroxidionen (Arrhenius, Ostwald).
- Die Säure-/Base-Reaktion ist ein Protonenaustausch (Brönstedt).
- Ergänzung der Brönstedt-Theorie (Lewis):

Eine Lewis-Base hat ein freies Elektronenpaar, eine Lewis-Säure eine Elektronenpaarlücke. Lewis-Säure und Lewis-Base reagieren unter Bildung einer kovalenten oder koordinativen Bindung. Typische Lewis-Säuren sind Moleküle mit unvollständiger Valenzschale, Kationen als Zentralatome von Komplexen und Moleküle mit polaren Mehrfachbindungen (zum Beispiel Säureanhydride). Typische Lewis-Basen sind Moleküle und Ionen mit freien Elektronenpaaren, Anionen als Komplexliganden und Moleküle mit Mehrfachbindungen.

Wenn man eine starke Base mit einer starken Säure titriert, so liegt der Endpunkt (Äquivalenzpunkt) der Titration (bei 25 Grad Celsius) bei einem pH-Wert von sieben, dem Neutralpunkt. In anderen Fällen, wenn man zum Beispiel eine schwache Säure mit einer starken Base titriert, liegt der Endpunkt wegen der Hydrolyse des Salzes bei einem anderen pH-Wert.

Wässrige Lösungen reagieren dann neutral, wenn die Wasserstoffionen-Konzentration gleich der Hydroxidionen-Konzentration ist. In reinem Wasser bei 25 Grad Celsius beträgt jede dieser Konzentrationen 10^{-7} Mol pro Liter. Dies wird hervorgerufen durch die Eigendissoziation (Autoprotolyse) des Wassers. Die Autoprotolyse ist als Protonenübertragung von einem Wassermolekül auf ein anderes zu betrachten. Man sollte aber stets bedenken, dass in der Lösung nur hydratisierte Protonen vorliegen. Trotz unterschiedlicher Hydratisierungsmöglichkeiten verwendet man im allgemeinen die vereinfachende Schreibweise H_3O^+ oder auch H^+ für ein Wasserstoffion. Durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Autoprotolyse des Wassers erhält man das Ionenprodukt des Wassers:

$$K_w = c(H_3O^+) \cdot c(OH^-)$$

Sein experimenteller Wert beträgt $10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ bei 24 Grad Celsius. Das Produkt der Stoffmengenkonzentrationen von Wasserstoff-

und Hydroxidionen ist nicht nur in reinem Wasser konstant; die Gleichung gilt auch für verdünnte Lösungen. Zur Kennzeichnung des sauren Charakters (der Acidität) einer Lösung gibt man üblicherweise nicht die H_3O^+ -Konzentration sondern deren negativen dekadischen Logarithmus an. 1909 definierte Sørensen:

$$pH = -\lg c(H_3O^+)$$

In neutralen Lösungen ist der pH-Wert gleich sieben, in sauren Lösungen kleiner und in basischen Lösungen größer als sieben. Die relative „Stärke“ einer Säure oder Base in wässriger Lösung beschreiben Gleichgewichtskonstanten. Sie geben an, zu welchem Anteil eine in Wasser gelöste Säure oder Base Protonen aufnimmt oder abgibt. Dabei ist für jede Säure Wasser die Bezugs-Base und für jede Base Wasser die Bezugs-Säure. Diese Aciditäts- respektive Basizitätskonstanten werden als K_s respektive K_b angegeben. Die negativen dekadischen Logarithmen dieser Werte werden in Analogie zur pH-Definition mit pK_s respektive pK_b bezeichnet. Je höher der pK-Wert, desto schwächer die Säure beziehungsweise Base.

$$pK_s + pK_b = pK_w = 14 \text{ (25 °C)}$$

Je stärker die Säure oder Base ist, umso schwächer ist die korrespondierende Base oder Säure. Korrespondierende Säure-Base-Paare werden gewöhnlich in folgende Kategorien eingeteilt:

- sehr starke ($0 < pK < 4$)
- starke ($4 < pK < 10$)
- schwache ($4 > pK < 10$)
- sehr schwache ($10 < pK < 14$)
- überaus schwache Protolyte ($pK > 14$).

Für die relative Säurestärke anorganischer Säuren gelten die folgenden, empirischen Regeln:

- Hydridsäuren. Die Acidität nimmt mit steigender Ordnungszahl sowohl innerhalb der Gruppe als auch innerhalb der Periode zu. (HI ist somit die stärkste Säure):
 $HF < HCl < HBr < HI$
- Oxosäuren sind umso stärker, je weniger H-Atome und je mehr O-Atome sie enthalten. Die stärkste Mono-Oxosäure ist $HClO_4$:
 $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$
 $H_2SiO_4 < H_3PO_4 < H_2SO_4 < HClO_4$

Säure-Base-Reaktionen laufen sehr rasch ab (der Protonenübergang benötigt weit unter einer Millionstel Sekunde). Bei Säuregemischen wird immer in der Reihenfolge der relativen Säurestärken titriert. Das heißt, die stärkste Säure wird zuerst, die schwächste Säure zuletzt titriert. Beispiel: Die Titrationskurve eines Gemisches aus HCl und CH_3COOH ergibt zwei Äquivalenz-/Endpunkte. Der Verbrauch bis zum EP1 entspricht der Stoffmengenkonzentration an HCl und der Verbrauch für die Differenz $EP2 - EP1$ der Stoffmengenkonzentration an Essigsäure.

Starke Säure und starke Base

Salzsäure und Natronlauge sind starke Protolyte. Salze starker Säuren mit starken Basen gehen mit Wasser keine Protolyse ein, also muss eine äquivalente Menge dieser Säuren und Basen neutral reagieren. Der Äquivalenzpunkt ist identisch mit dem Neutralpunkt.

Um die Konzentration einer unbekanntes Natronlauge maßanalytisch zu bestimmen, wendet man eine Säure/Base-Titration an. Dazu titriert man die Lösung der zu bestimmenden Lauge gegen eine Säure, deren Konzentration bekannt ist. Der Verbrauch an HCl am Äquivalenzpunkt verhält sich proportional zur Konzentration an $NaOH$, so dass aus dem Verbrauch an HCl die Konzentration an $NaOH$ errechnet werden kann. Die Titerstellung kann durch das Verwenden einer Fertig-Masslösung vermieden werden. Man erhält sinusförmige, symmetrische Titrationskurven mit einem steilen „Sprunggebiet“ (Abbildung 1).

Schwache Säure und starke Base

Der Äquivalenzpunkt liegt jetzt nicht mehr bei $pH = 7$, weil die zugesetzte Base mit der zur Säure korrespondierenden Base in Konkurrenz tritt. Die entstehende Salzlösung reagiert alkalisch, da die Säureanionen mit Wasser protolysieren (Hydrolyse). Es entsteht zudem ein Pufferbereich (10 bis 90 Prozent der Neutralisation). Der Wendepunkt des Pufferbereichs entspricht dem Halbäquivalenzpunkt der Titration (halber

Umsatz) und damit nach der Henderson-Hasselbalch-Gleichung dem pK_s -Wert der schwachen Säure:

$$pH = pK_s + \log \left(\frac{c_{\text{Säureanion}}}{c_{\text{Säure}}} \right)$$

Der Äquivalenzpunkt einer solchen Titration liegt – je nach relativer Säurestärke – bei pH -Werten von 7,5 bis 10.

Schwache Base und starke Säure

Der Äquivalenzpunkt liegt auch hier nicht mehr bei $pH = 7$, weil die zugesetzte Säure mit der zur Base korrespondierenden Säure in Konkurrenz tritt. Die entsprechende Salzlösung reagiert sauer, da die Basenkationen mit Wasser protolysieren (Hydrolyse). Es entsteht wie vorher ein Pufferbereich. Sein Wendepunkt entspricht analog dem pK_b -Wert der schwachen Base. Der Äquivalenzpunkt liegt bei pH -Werten von 6,5 bis 4.

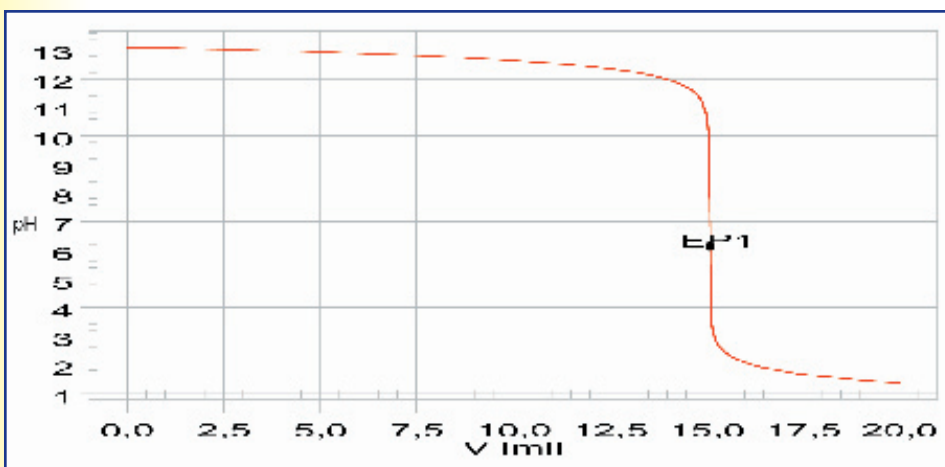
Schwache Säure und Base

Diese Titration ist für quantitative Bestimmungen ungeeignet. In der Titrationskurve tritt kein ausgeprägter Sprung auf und die Steigung der Kurve im Äquivalenzbereich erreicht keinen Maximalwert. Es wird kein Titrationsendpunkt erreicht.

Fällungstitrationen

Bei maßanalytischen Fällungstitrationen überführt man den zu bestimmenden Stoff in eine schwerlösliche Verbindung definierter Zusammensetzung. Nur wenige der aus der Gravimetrie bekannten Reaktionen eignen sich als Grundlage für eine Fällungstitration. Dies liegt vor allem an mangelnden Methoden zur Endpunkterkennung. Auch laufen manche Fällungsreaktionen nicht mit genügender Schnelligkeit ab. Außerdem können Mitfällungserscheinungen die Stöchiometrie der Reaktion beeinflussen. Ideal für eine Fällungstitration wären möglichst unlösliche Reaktionsprodukte. Am Endpunkt der Titration – dem Äquivalenzpunkt der Reaktion – haben aber gerade besonders schwerlösliche Verbindungen die größte Löslichkeit. Zu den brauch-

Abbildung 1: Die Titration einer starken Base mit einer starken Säure ergibt eine sinusförmige Titrationskurve mit steilem „Sprunggebiet“ (Abbildung: Metrohm).



baren und häufig angewendeten Fällungstitrations gehören die Verfahren zur Bestimmung der Halogenide und Pseudohalogenide mit Silbernitratmaßlösung (argentometrische Titrations) sowie des Silbers mit Natriumchloridlösung.

Die Löslichkeit einer dissoziierten schwerlöslichen Verbindung wird durch das Löslichkeitsprodukt K_L bestimmt. Dies lautet für Silberchlorid:

$$K_L = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$$

Es besagt, dass das Produkt der Stoffmengenkonzentrationen der gelösten Ionen eines Salzes nicht größer werden kann als der Wert K_L . Im Gleichgewicht stellt sich dieser Wert ein, wenn man Wasser mit so viel von der schwerlöslichen Verbindung mischt, dass ein Bodenkörper zurückbleibt. Er wird auch nicht überschritten, wenn die Menge an Bodenkörper erhöht wird.

Unter der Löslichkeit L versteht man die Gesamtkonzentration des Stoffes in seiner gesättigten Lösung und rechnet wie folgt:

$$\begin{aligned} L &= c(\text{AgCl}) \\ &= c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-) \\ &= \sqrt{K_L} \end{aligned}$$

Die Fällung beginnt erst, wenn das Ionenprodukt $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) > K_L$ wird. Die Löslichkeitsprodukte erstrecken sich über mehrere Zehnerpotenzen und können in wässriger Lösung Werte zwischen etwa 10^2 (zum Beispiel NaOH) und 10^{-52} (zum Beispiel HgS) erreichen. Das würde für HgS bedeuten, dass sich nur 10^{-26} mol/L Hg lösen sollten. Die tatsächliche Löslichkeit ist aber wesentlich höher – Niederschlagsalterung, Komplexbildung und andere Effekte spielen dabei eine Rolle. Zudem müsste streng genommen auch hier wie bei den pH-Titrations die Stoffmengenkonzentration durch die Aktivitäten ersetzt werden.

Die oben angeführten Formeln gelten nur, wenn sich die Ionen Ag^+ und Cl^- im Gleichgewichtszustand befinden. Tritt ein Partner im Überschuss auf (gleichioniger Zusatz), richtet sich die Löslichkeit

nach dem Ion mit der geringeren Konzentration. Die Löslichkeit nimmt bei gleichionigem Zusatz ab – das Löslichkeitsprodukt wird nie überschritten. Daher arbeitet man immer mit einem Überschuss an Fällungsreagens.

Beim Zusatz von Fremdionen (fremdioniger Zusatz) tritt das Gegenteil auf – die Löslichkeit wird erhöht. (Hier spielen die Aktivitätskoeffizienten sämtlicher in der Lösung vorhandener Ionen – die Gesamtionenstärke – eine Rolle).

Die Bestimmungsgrenze einer Fällungstiteration hängt stark vom Löslichkeitsprodukt ab. Konzentrationen unterhalb der Löslichkeit können nicht mehr titriert werden. In einigen Fällen kann das Löslichkeitsprodukt durch Zusatz eines organischen Lösungsmittels (zum Beispiel Aceton oder Ethanol) herabgesetzt werden, damit liegt auch die Bestimmungsgrenze tiefer. Bei einer Chlorid-Titeration mit AgNO_3 liegt die Bestimmungsgrenze beispielsweise in H_2O bei etwa 3,5 mg/L, in Eisessig – wie er zur „AOX-Bestimmung“ verwendet wird – bei wenigen $\mu\text{g/L}$.

Viele während der Titeration gebildete Niederschläge sind voluminös und bergen die Gefahr von Einschlüssen in sich (Probenion und/oder Titermittel). Durch Zusätze von Schutzkolloiden (zum Beispiel Polyvinylalkohol) oder von organischen Lösungsmitteln (zum Beispiel Aceton oder Ethanol) entsteht ein fein verteilter, weitgehend einschussfreier Niederschlag.

Zur Indikation der Titerationen werden bei AgNO_3 -Titerationen meist Ag-Elektroden, für die Bestimmung anderer Ionen meist ISEs (Ionensensitive Elektroden) eingesetzt. Visuelle Methoden verwendet man wegen der sehr subjektiven Beurteilung nur noch selten.

Um verschiedene Ionen nebeneinander quantitativ titrieren zu können, muss der Unterschied ihrer Löslichkeitsprodukte (siehe Tabelle) mindestens drei Zehnerpotenzen betragen. So lassen sich

Chlorid und Iodid problemlos nebeneinander bestimmen, während die gleichzeitige Anwesenheit von Bromid Schwierigkeiten bereiten kann. Die Niederschlagsbildung von Gemischen richtet sich streng nach dem Löslichkeitsprodukt der Einzelkomponenten. Das am schwersten lösliche Produkt wird immer zuerst titriert, zum Beispiel bei den Halogenidtitrationen mit AgNO_3 in der Reihenfolge Iodid – Bromid – Chlorid.

Wird bei der Titeration ein Sensor (Elektrode) verwendet, der sowohl auf das Kation als auch auf das Anion anspricht (ISE), verhält sich die Titerationskurve wie bei der Titeration einer starken Säure mit einer starken Base (pH-Elektrode). Das heißt, bei einer Konzentrationsänderung um eine Zehnerpotenz ändert sich das Elektrodenpotential um etwa 59 mV bei einer Ladungszahl von 1. Das heißt auch, dass bei der ersten 59 mV-Differenz bereits 90 Prozent, bei der zweiten 59 mV-Differenz bereits 99 Prozent des zu bestimmenden Ions titriert sind und so weiter. Die resultierenden Titerationskurven sind symmetrisch, sinusförmig und der Kurvenwendepunkt entspricht dem Äquivalenzpunkt/Titerationsendpunkt.

Über Komplexbildungs- und Redox-titerationen werden wir in der nächsten Folge berichten.

Einige mögliche Fällungstiterationen mit dem Löslichkeitsprodukt K_L des Endproduktes bei 25 Grad Celsius. Bei den meisten Substanzen nimmt das Löslichkeitsprodukt mit steigender Temperatur zu, das heißt, es löst sich mehr Substanz (Daten: Metrohm).

| Ion | Titrier-mittel | Fällungs-produkt | K_L [mol ² /L ²] |
|------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| Ag^+ | KBr | AgBr | $7,7 \cdot 10^{-13}$ |
| Ba^{2+} | Na_2SO_4 | BaSO_4 | $1,08 \cdot 10^{-19}$ |
| Bromid | AgNO_3 | AgBr | $7,7 \cdot 10^{-13}$ |
| Chlorid | AgNO_3 | AgCl | $1,56 \cdot 10^{-10}$ |
| Cyanid | AgNO_3 | AgCN | $2,2 \cdot 10^{-12}$ |
| Iodid | AgNO_3 | AgI | $1,5 \cdot 10^{-16}$ |
| Sulfat | BaCl_2 | BaSO_4 | $1,08 \cdot 10^{-19}$ |
| Sulfid | AgNO_3 | Ag_2S | $1,6 \cdot 10^{-49}$ |
| Thiocyanat | AgNO_3 | AgSCN | $1,16 \cdot 10^{-12}$ |

Ausbildung und Service im Forschungszentrum Jülich

100 neue Auszubildende und die ChemCard

Im Forschungszentrum Jülich werden nicht nur Nachwuchswissenschaftler, sondern auch Fachkräfte ausgebildet. In diesem Jahr hat das Forschungszentrum 100 neue Auszubildende in 16 verschiedenen Berufen eingestellt. Zur Zeit bildet es insgesamt 352 Jugendliche aus. Für Schüler gibt es die ChemCard mit Informationen rund um die Chemie.

Die ausgebildeten Fachkräfte aus den eigenen Reihen tragen ebenso wie der wissenschaftliche Nachwuchs entscheidend zur erfolgreichen Arbeit des Forschungszentrums bei. Aber das Forschungszentrum bildet auch über den eigenen Bedarf hinaus aus. Das Forschungszentrum bietet allen Absolventen nach bestandener Prüfung ein halbes Jahr Weiterbeschäftigung im erlernten Beruf an. Während in den letzten Jahren fast die Hälfte der ausgebildeten Jugendlichen in ein unbefristetes Beschäftigungsverhältnis übernommen werden konnte, verhilft diese Maßnahme auch den anderen Absolventen zu einem guten Berufsstart.

Auch im nächsten Jahr bietet das Forschungszentrum wieder 100 neue Lehrstellen an. „Aus-

bildung hat bei uns einen hohen Stellenwert. Trotz der finanziellen Kürzungen, die das Forschungszentrum erfahren hat, werden wir die Anzahl der Ausbildungsplätze nicht verringern,“ so Klaus-Rainer Schubert, neuer Leiter der Zentralen Berufsausbildung im Forschungszentrum.

In Jülich nutzt man vielfältige Techniken für die Experimentalforschung, teils sehr große und komplizierte Einrichtungen. Die Technik wird meist im Forschungszentrum selbst entwickelt und gebaut. Dies geht nur mit hochqualifizierten Fachkräften. Sie arbeiten in engem Kontakt mit Forschern und Ingenieuren und werden in die technische Umsetzung der Ideen der Wissenschaftler miteinbezogen. Später setzen sie die Anlagen in Stand und bauen sie nach dem sich ändernden Erkenntnisstand und Bedürfnissen der Forschung um. Die Forscher stellen besonders hohe Ansprüche an die Fachkräfte, wenn es um das Mitdenken in physikalischen und verfahrenstechnischen Systemen, um Kommunikation und Beherrschung von Informationstechniken und um größte Präzision geht.

Diese Qualität macht sich auch in den Prüfungsergebnissen der Auszubildenden bemerkbar. 4,3 Prozent aller Absolventen haben ihre Prüfung mit „sehr gut“ abgeschlossen – fast doppelt so viele wie in den übrigen Betrieben im Kammerbezirk Aachen. Auch bei der Ermittlung der Landesbesten der verschiedenen Berufe durch die Industrie- und Handelskammern Nordrhein-Westfalens seit 1992 ist das Forschungszentrum Jülich regelmäßig vertreten und kann auf bisher 14 Landesbeste verweisen. Im Bereich der Handwerkskammern wurden seit 1992 sieben Kammer- und Landesbeste gestellt, gekrönt durch den Bundessieger 2001, der als Kälteanlagenbauer zusätzlich bei der

„Berufs-Olympiade“ des weltweit besten Nachwuchses aus Handel, Industrie und Handwerk eine Goldmedaille errang.

Das Forschungszentrum Jülich bildet zur Zeit unter anderem in folgenden Berufen aus: Biologielaborant, Chemielaborant, Physiklaborant, Mathematisch-Technischer Assistent, Industrie-elektroniker (neu: Elektroniker für Betriebstechnik), Kommunikationselektroniker (neu: Elektroniker für Betriebstechnik und Elektroniker für Geräte und Systeme), IT-Systemelektroniker, Industriemechaniker, Kälteanlagenbauer, Anlagenmechaniker für Sanitär- und Heizungstechnik, Werkstoffprüfer, Technischer Zeichner, Kauffrau/Kaufmann für Bürokommunikation, Bürokauffrau/Bürokaufmann, Verwaltungsfachangestellter, Fachangestellter für Medien- und Informationsdienste, Mediengestalter.

ChemCard – Spickzettel für Schüler

Oktettregel – was war das noch gleich? Was ist Elektrolyse? Wie löst sich Salz in Wasser? So mancher Schüler hat sich schon einmal einen „Spickzettel“ gewünscht, wenn es in Unterricht oder Klausur um chemische Formeln und Vorgänge geht. Einen solchen Spickzettel hat das Forschungszentrum Jülich zum „Jahr der Chemie“ herausgegeben.

Zusammengefaltet ist die „ChemCard“ nicht größer als eine Scheckkarte und passt so in jede Hosentasche. Ihr volles Potenzial entfaltet die Karte in Originalgröße. Auf zwei Seiten – größer als DIN A 4 – enthält sie zahlreiche nützliche Informationen, Grafiken und Tabellen. Die Themen umfassen den Aggregatzustand von Stoffen, Stofftrennung, den Aufbau der Atome und das Periodensystem der Elemente ebenso wie chemische Bindung, Löslichkeit, chemische

Klaus-Rainer Schubert, neuer Leiter der Zentralen Berufsausbildung im Forschungszentrum Jülich (Fotos FZ Jülich).

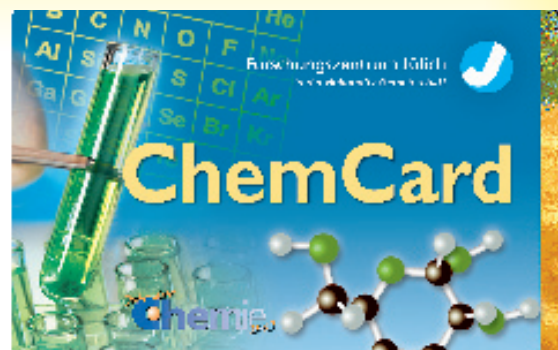


Reaktionen und Elektrochemie, wie sie zum Beispiel in der zukunftsweisenden Brennstoffzelle genutzt wird.

Neben diesem Schulstoff enthält die ChemCard Informationen über aktuelle Jülicher Forschungsarbeiten. Beschrieben werden die Komponenten einer Brennstoffzelle und die Prozesse, die darin ablaufen, aber auch die unterschiedlichen Typen von Brennstoffzellen,

wie sie im Forschungszentrum Jülich entwickelt werden: die Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC = Solid Oxide Fuel Cell) und die Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC).

Die ChemCard wurde vom Jülicher Forschungszentrum in Zusammenarbeit mit dem Engels-Verlag Lindlar entwickelt und in großer Stückzahl gedruckt. Sie wird kostenlos verteilt.



Mit Lasertechnik Säuren beim Reagieren zusehen

Photosäuren: „Ab jetzt bin ich extrem sauer!“

Josef Zens, Berlin

Kooperierenden Wissenschaftlern in Deutschland und Israel ist es gelungen, Protonentransfer sichtbar zu machen. Für ihre Studie verwendeten die Forscher des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) eine Photosäure auf der Basis von Pyren. Diese ließen sie mit Acetat als Base reagieren. Die Untersuchung ermöglicht grundlegende Einblicke in Prozesse, wie sie etwa in Zellen ablaufen. Außerdem erweitert sie das gängige Modell des Protonentransfers.

Das Besondere einer Photosäure ist, dass sie in zwei Zuständen vorkommt. Einmal ist die Flüssigkeit nur schwach sauer und damit wenig reaktionsfreudig. Wird sie jedoch durch Lichtbeschuss mit Photonen „aufgeladen“, ändert sich der Säuregrad schlagartig. „Man schießt mit einem ultravioletten Laserstrahl in die Flüssigkeit“, erläutert Studienautor Dr. Erik Nibbering, „und gibt damit das Signal ‚ab jetzt bist du sauer!‘“ Weitere Details über durch Licht induzierte Säuregeneratoren finden Sie im CLB-Heft 08/2002 ab Seite 299.

Dieser Effekt ist wichtig, weil sich dadurch der Anfangszeitpunkt einer Reaktion genau festlegen lässt: Nach der Anregung durch das UV-Licht tasteten die Experten des

MBI die Flüssigkeit mit einem Infrarot-Laser ab. Die Messungen des Protonentransfers nahmen die Forscher im 100-Femtosekunden-Takt vor. Mit dem schnellen Anrege-Abtast-Experiment konnte die Gruppe exakt bestimmen, wann ein Proton die Säure verlässt und wann eines bei der Base ankommt.

„Das muss nicht unbedingt das gleiche Proton sein“, berichtet Nibbering. Vielmehr könne man sich das so vorstellen wie die Kugelspiele, die manchmal auf Schreibtischen stehen. Dabei hängen einige Kugeln aufgereiht nebeneinander. Zieht man nun an einem Ende des Gestells eine Kugel weg und lässt sie auf die anderen Kugeln klickern, so pflanzt sich der Impuls durch alle anderen Kugeln fort, und am Ende springt die letzte Kugel der Reihe weg und klickt wieder zurück.

In der Theorie hat der deutsche Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen den Vorgang des Protonentransfers bereits vor Jahrzehnten beschrieben. Eigens Arbeit mündete in das Eigen-Weller-Modell des Protonentransfers. Die Forscher fanden nun: Wenn Photosäure und Base in direktem Kontakt sind, findet der Protonentransfer wie vorhergesagt rasch statt. Müssen sich aber Photosäure und Base erst aufeinander zubewegen, verzögert irgendetwas den Protonenfluss. Nibbering spekuliert, dass vielleicht erst Wassermoleküle zwischen Säure

und Base verschwinden müssten. „Oder die Protonen ‚hopsen‘ über Zwischenstationen zur Base.“ Auf jeden Fall müsse ein Zwischenschritt in das Eigen-Weller-Modell integriert werden.

Jenes Modell, das Reaktionsgeschwindigkeiten im Pikosekundenbereich vorhersagte, konnte zum Zeitpunkt seiner Einführung nicht experimentell überprüft werden. Manfred Eigen hatte seinerzeit von „immeasurably fast reactions“ geschrieben – die Reaktionen seien unmessbar schnell. Zwar gab es damals schon Laser, man konnte sich aber kaum vorstellen, jemals in den Bereich Femtosekunden vorzustoßen. Jetzt spricht man dagegen schon von einer Attosekundenphysik.

Und was hat man nun davon, wenn man Protonen beim Wandern zusehen kann? „Das ist Grundlagenforschung“, sagt Nibbering. „Aber sie erlaubt uns ein besseres Verständnis der Leitfähigkeit von Wasser für Protonen, also auch ein besseres Verständnis von Prozessen, wie sie an Biomembranen ablaufen.“ Möglicherweise lasse sich einmal ein molekularer Schalter konstruieren, der auf der Basis einer Photosäure funktioniert, spekuliert der Physiker. Auf jeden Fall aber zeigen die Versuche eines: Was einmal in der Physik als unmöglich galt, muss nicht unmöglich bleiben.

Aus der Bildungslandschaft

- Die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Peter Noack von der Universität Jena geht den **Einstellungen und Überzeugungen von Schülern zu Mathematik** nach. Derzeit läuft die zweite Befragungsrunde von Mädchen und Jungen in Thüringen, die am Anfang ihrer Regelschul- und Gymnasialzeit stehen. Die jetzt vorliegenden Auswertungen der ersten Befragung zeigen, dass die Thüringer Schüler der Mathematik nicht mehrheitlich skeptisch gegenüber stehen. Die Einstellungen hängen sowohl vom häuslichen Hintergrund als auch von den Erfahrungen in der Schule ab.
- 3800 Mitglieder zählt gegenwärtig die Informations- und Diskussions-Gemeinschaft im **Internet-Forum www.foraus.de**, das im Juni 2001 vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Zusammenarbeit mit der thinkhouse GmbH ins Leben gerufen wurde. Betriebe, die Ausbildungsplätze ohne formale Ausbildung anbieten, können sich nun grundlegend mit allen für die Ausbildung erforderlichen Informationen versorgen und zugleich von den praktischen Erfahrungen der „alten Hasen“ lernen.
- Vom November 2003 an bietet die Universität Lüneburg den neuen **Weiterbildungsstudiengang Sustainability Management & Entrepreneurship (sustainment)** als internetbasiertes Fernstudium an. Das Studium führt zu dem international anerkannten Abschluss „Master of Business Administration“ (MBA).
- Das Institut für Angewandte Forschung (IAF) der Fachhochschule Nürtingen veranstaltet im Rahmen eines Forschungsprojekts das letzte Mal die **Weiterbildungsmaßnahme „Umweltinformatik-Unterricht für Umweltplaner“**. Der Kurs gliedert sich in drei Präsenzmodule und zwei Online-Module. Anmeldeschluss ist der 30. September 2003. Weitere Informationen stehen unter www.iaf.fh-nuertingen.de/u3.
- Das dreimonatige **„Ergänzungsstudium Wissenschaftsmanagement“** vermittelt interdisziplinäres Querschnittswissen an Mitarbeiter von Verwaltungen von Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Wissenschaftsorganisationen sowie Ministerien. Unabhängig davon sind Bewerbungen von Einzelpersonen möglich. Es wird von der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer (DHV Speyer) zusammen mit dem Zentrum für Wissenschaftsmanagement (ZWM) e.V. konzipiert. Bewerbungsfrist für das Wintersemester 03/04 ist der 15. September 2003.
- Das Thüringer Wissenschaftsministerium und das Finanzministerium haben grünes Licht für den **neuen Studiengang „Regenerative Energietechnik“** an der Fachhochschule Nordhausen gegeben. Damit steht der Einschreibung der derzeit etwa 30 Bewerber ab dem 15. September nichts mehr entgegen. Bis zu diesem Zeitpunkt sind auch jetzt noch Anmeldungen möglich.

DFG legt MAK- und BAT-Werte-Liste 2003 vor Beryllium ist krebserzeugend

Dr. Eva-Maria Streier

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat die MAK- und BAT-Werte-Liste 2003 vorgelegt. Insgesamt ergaben sich gegenüber dem Vorjahresstand 61 Änderungen und Neuaufnahmen.

Besonders hervorzuheben sind in diesem Jahr die neuen Kriterien für die Bewertung von *Kontaktallergenen* und *inhalativ wirksamen Allergenen*. Die Kriterien haben den Charakter von Leitlinien, an denen sich die Bewertung der Datenlage in nachvollziehbarer Weise orientieren soll, von deren strikter Anwendung in besonderen Fällen aber abgewichen werden kann. Außerdem liegt der Abschnitt über *Aerosole* in einer überarbeiteten Fassung vor.

Beryllium und seine anorganischen Verbindungen sind auf der Basis von epidemiologischen Daten als krebserzeugend für den Menschen bewertet und damit in die Kanzerogenitätskategorie 1 eingruppiert. Das Mykotoxin *Ochratoxin A* hat sich als krebserzeugend im Tierversuch erwiesen und ist der Kanzerogenitätskategorie 2 zugeordnet. Das Reizgas *Stickstoffdioxid* wurde als krebserverdächtig Arbeitsstoff der Kanzerogenitätskategorie 3B zugeordnet und der bisherige MAK-Wert wegen der genotoxischen Wirksamkeit ausgesetzt.

Im Zuge der Überprüfung der krebserverdächtigen Stoffe der Kategorie 3 durch die Etablierung der neuen Kategorien 4 und 5 wurde das Lösemittel *Tetrahydrofuran* in die Kategorie 4 umgestuft, der bisherige MAK-Wert von 150 mg/m³ bleibt. *Rhodium* beziehungsweise anorganische Rhodiumverbindungen und *Bromchlormethan* wurden als krebserverdächtig in die Kategorie 3B eingestuft. Mit einer mutage-

nen Wirkung auf die Keimzellen beziehungsweise einem diesbezüglichen Verdacht muss sowohl für *4-Chlor-o-toluidin* als auch für *Ethylenimin* beziehungsweise *Ochratoxin A* und *Epichlorhydrin* gerechnet werden.

Die Reevaluierung älterer MAK-Werte wurde intensiv weiter bearbeitet, auch in enger Zusammenarbeit mit der europäischen (SCOEL) und der US-amerikanischen (TLV) Kommission.

14 Stoffe erhielten neu den Warnhinweis „H“, was bedeutet, dass die Resorption durch die Haut neben der Inhalation wesentlich zur Toxizität am Arbeitsplatz beitragen kann.

Im Teil „BAT-Werte, BLW und EKA“ gibt es fünf Neuaufnahmen beziehungsweise Änderungen. Neben der Absenkung des BAT-Werts für *Blei* für Frauen unter 45 Jahren wurde der BAT-Wert für *Tetrachlormethan* auf 3,5 µg/l Blut herabgesetzt. Für *1,4-Dichlorbenzol*, *Ethylbenzol* und *Phenol* entfallen die BAT-Werte wegen der (möglicherweise) kanzerogenen Eigenschaften dieser Stoffe. Für *Phenol* sowie *Kresole* werden Biologische Leitwerte (BLW) vorgeschlagen.

Für jede der Neuaufnahmen und Änderungen in der MAK- und BAT-Werte-Liste 2003 wurden von der Senatskommission ausführliche wissenschaftliche Begründungen erarbeitet. Sie werden beim Verlag WILEY-VCH, Weinheim, veröffentlicht, seit 2002 auch online. Wie in jedem Jahr wird außerdem in den „Gelben Seiten“ der MAK- und BAT-Werte-Liste die Überprüfung beziehungsweise Neuaufnahme von MAK-Werten oder Einstufungen für zahlreiche Stoffe angekündigt.

Eine Liste mit allen Neuaufnahmen und Änderungen kann man unter www.dfg.de/aktuelles_presse/reden_stellungnahmen/download/mak2003.pdf abrufen.

Schutzeinrichtungen am Arbeitsplatz

Manipulation kann tödlich sein

Andreas Baader

In einem neuen Forschungsprojekt untersucht das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BIA) gemeinsam mit dem BG-Institut Arbeit und Gesundheit (BGAG), warum sich Arbeitnehmer in größte Gefahr begeben, indem sie Schutzeinrichtungen am Arbeitsplatz manipulieren – mit zum Teil tödlichen Folgen.

Wir alle haben es schon erlebt: Statt des eben noch verführerischen Duftes leicht gerösteten Weißbrottes verbreitet sich der scharfe Geruch nach Verkohltem – der Auswurfmechanismus des Toasters klemmt! Also her mit dem Messer, den kleinen Schutzengel im Ohr „Vorher Stecker ziehen!“

überhört und den Schaden bei laufendem Gerät behoben... Oft braucht es gar nicht viel, damit wir auch größte Sicherheitsbedenken bereitwillig über Bord werfen.

Im Arbeitsschutz verläßt man sich nicht auf den gerne ignorierten Schutzengel im Ohr; hier sichern Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken, Laserscanner, Zustimmungseinrichtungen aber auch Schutzzäune und -türen Gefahrenstellen an Maschinen, wie beispielweise den Zugang zu einem großen Drehautomaten. Ein Positionsschalter an der Schiebetür vor dem Bearbeitungsraum war umgangen worden. Dadurch konnte der Maschinenbediener bei geöffneter Tür arbeiten. Dabei wurde er an der Kleidung erfasst und in die Maschine gerissen. Dies kostete ihn sein Leben.

Laut Statistik des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften ereigneten sich in den Jahren 1996 bis 2000 etwa 680 000 Unfälle an Maschinen, von denen 385 tödlich verliefen. Bei 40 Prozent dieser Unfälle war technisches Versagen die Ursache. 41 Prozent passierten bei der Bedienung scheinbar fehlerfrei arbeitender Maschinen. Schäfer vermutet folgende Gründe hinter dieser unerwartet hohen Zahl: falsche Absicherung, Dunkelziffer technischen Versagens und ein bislang nicht näher bekannter Anteil durch Fehlverhalten und Manipulation.

BIA und BGAG gehen deshalb der Frage nach, wann, wo, wie und warum an Maschinen manipuliert wird. Mit Hilfe eines eigens entwickelten Fragebogens sollen neben technischen Ursachen insbesondere auch die persönlichen Beweggründe für die Manipulation ermittelt werden.

Wenn es gelingt, dem Menschen schon bei der Planung von Maschinen und Geräten mehr Aufmerksamkeit zu schenken, sollte der Wunsch nach Manipulation der Technik erst gar nicht entstehen!”

Brennstoffzelle zur Wasserstoffperoxidproduktion

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist ein wichtiges technisches Reagenz, das man beispielsweise zum umweltfreundlichen Bleichen von Papier oder zur Abwasserbehandlung einsetzt. Die bisherigen großtechnischen Herstellungsmethoden sind allerdings sehr energgieaufwändig und kostenintensiv. Ichiro Yamanaka vom Tokyo Institute of Technology wählte die elektrokatalytische Umsetzung in einer Brennstoffzelle. Dabei kann die bei der Umsetzung frei werdende Energie als elektrischer Strom abgefangen werden. Erfolgsgeheimnis der neuen Brennstoffzelle ist eine dreiphasige Grenzfläche im Inneren der Kathode, der negativen Elektrode: Der Sauerstoff wird direkt auf eine feste, aber poröse Kathode geleitet, auf deren anderer Seite sich verdünnte Natronlauge als Elektrolytlösung befindet, die ebenfalls in die Poren eindringt. Analog wird auf der Anodenseite gasförmiger Wasserstoff auf eine ebenfalls poröse Anode geleitet. Die Forscher trennten die Elektrolytlösung in einen Kathoden- und einen Anodenraum durch eine halbdurchlässige Membran. Das an der Kathode gebildete Wasserstoffperoxid kann nun nicht an die Anode gelangen und dort zu Wasser abreagieren. Auch mit Luft statt mit reinem – teurem – Sauerstoff bringt die Brennstoffzelle eine ausreichend hohe Leistung. Diese Tatsache macht das neue Konzept zu einer wirtschaftlich interessanten Alternative für die großtechnische Produktion von Wasserstoffperoxid.

Lösungen zu Seite M64: 1 c, d; 2 b, c, d; 3 c, d, f, g; 4 a, b; 5 a, d; 6 f, h; 7 b, c; 8 c; 9 b; 10 a, b.

Fernstudium als Schüler

Mit 17 Jahren Bachelor

Zum Bachelor-Abschluss an der Fern-Universität in Hagen gratulierte die Ministerin für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen Arno Pauly als jüngstem Absolventen der Universität persönlich.

Für Rektor Helmut Hoyer ist die Fern-Universität „bestens geeignet, besonders begabte Schülerinnen und Schüler zu fordern und dadurch zu fördern.“ Arno Paulys Studienschwerpunkt war die Künstliche Intelligenz, und so wählte er für seine schriftliche Abschlussarbeit bei Prof. Dr. Hermann Helbig, Lehrgebiet Praktische Informatik VII, das Thema „Die Axiomatik der temporalen Relationen in MultiNet.“

Am 1. Oktober 1999 hatte der am 13. Juni 1986 in Celle geborene Pauly sein Studium als Gasthörer begonnen. Informatik reizte ihn und das Programmieren hatte er sich bereits selbst beigebracht. Das Universitätsstudium fiel Pauly nicht immer leicht, aber er nahm es ernst und erarbeitete sich die fehlenden schulischen Grundlagen selbst. Schon nach dem ersten Semester hatte er zwei Scheine. Nun wollte er mehr: den Abschluss als Bache-



Ministerin Hannelore Kraft beglückwünschte Arno Pauly (2. v. li.) herzlich zu seinem Bachelor-Abschluss an der Fern-Universität in Hagen. Dem schlossen sich Rektor Prof. Dr.-Ing. Helmut Hoyer (re.) und Informatik-Dekan Prof. Dr. Rutger Verbeek gerne an (Foto: Fernuni Hagen).

lor (B. Sc.). Voraussetzung dafür war die Immatrikulation in den B. Sc.-Studiengang. Die Hochschulzugangsvoraussetzung erhielt er per Ausnahmegenehmigung. Nun will er auch den Master-Abschluss erreichen. Ist solch ein Weg wohl auch für Chemiker möglich?

Fragen zu Grundlagen der Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

- Wie bezeichnet man ein C-Atom, das mit vier verschiedenen Atomen oder Atomgruppen verknüpft ist?
 - Optisches C-Atom
 - Symmetrisches C-Atom
 - Asymmetrisches C-Atom
 - Chiralitätszentrum
- Wie nennt man Verbindungen, die die Ebene polarisierten Lichtes (unter denselben Bedingungen) um denselben Winkel, jedoch in entgegengesetzter Richtung drehen?
 - Racemate
 - Enantiomere
 - Optische Antipoden
 - Spiegelbildisomere
- Welche der folgenden Verbindungen sind optisch aktiv?
 - Glycin
 - Glycerin
 - Glyceraldehyd
 - Alanin
 - Bernsteinsäure
 - Äpfelsäure
 - Glucose
- Welche Isomerieform liegt bei n-Butan und Isobutan vor?
 - Konstitutions-Isomerie
 - Gerüst-Isomerie
 - Stellungs-Isomerie
 - Funktions-Isomerie
 - Tautomerie
 - Stereo-Isomerie
 - optische Isomerie
 - cis-trans-Isomerie
- Welche Isomerieform liegt bei 1-Butanol und Diethylether vor? Wählen Sie die Antworten aus Frage 4.
 - Konstitutions-Isomerie
 - Gerüst-Isomerie
 - Stellungs-Isomerie
 - Funktions-Isomerie
 - Tautomerie
 - Stereo-Isomerie
 - optische Isomerie
 - cis-trans-Isomerie
- Welche Isomerieform liegt bei D-Glucose und D-Galactose?
 - Enantiomere
 - Diastereomere
 - Epimere
 - Anomere
- Wieviele Isomere hat Heptan?
 - 3
 - 5
 - 9
 - 18
- Wieviele Isomere hat Octan?
 - 9
 - 18
 - 35
 - 75
- Was ist die Voraussetzung für eine cis-trans-Isomerie?
 - Mindestens zwei C-Atome
 - Eine Doppelbindung
 - Ein Chiralitätszentrum
 - Ein bewegliches H-Atom

| Element Konz.-Bereich 1-1000 mg/L | Verfahrensstandard- abweichung in % |
|--------------------------------------|---|
| Aluminium | 15,32 |
| Molybdän | 18,97 |
| Vanadium | 3,83 |
| Kupfer | 0,50 |
| Nickel | 0,06 |
| Chrom | 3,76 |
| Gold | 5,36 |
| Eisen | 3,28 |
| Wismut | 4,29 |

Tabelle: Verfahrensstandardabweichung

Ergebnisse

In Tabelle 1 ist die aus den Kalibriergeraden errechnete Verfahrensstandardabweichung dargelegt, welche ein wichtiger Parameter bei der Fehlerbetrachtung ist.

Als erstes wurde die Varianzhomogenität getestet, welche die Streuung der Messwerte nach der Gauß-Verteilung überprüft. Da die Prüfgröße bei allen Bestimmungen unter 2,98 liegt, sind alle Methoden in der Varianz homogen. Die Reststandardabweichung der Messpunkte von der Ausgleichgeraden ist erst als Bewertungskriterium nutzbar, wenn man diese prozentual auf den Konzentrationsbereich bezogen angibt. Diese Größe ist die Verfahrensstandardabweichung, die bei allen Methoden außer beim Aluminium und Molybdän gleich oder unter 5 % liegt. Das heißt, 7 von 9 Methoden sind mindestens genauso gut oder noch besser als bekannte fotometrische Methoden. Der Korrelationskoeffizient gibt die Abhängigkeit der y- von den x-Werten an und liegt im Optimalfall bei 1. Alle Werte liegen im vergleichbaren Bereich wie bei schon bekannten Methoden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Methode bis auf zwei Ausnahmen gleiche Leistungen wie bekannte Methoden besitzen.

Fazit

Es wurde eine Methode zur Isolierung der Anthocyanen aus Früchten und Pflanzen gefunden, welche durch einen Eigenbau der Flashchromatographie erreicht wurde. Dabei kommen die Vorteile der Halbmikrotechnik zu tragen. Kleine Stoffmengen und dadurch eine geringe Umweltbelastung, Sicherheit durch Verzicht auf Gasflaschen und die Möglichkeit zur Gradientenelution mit einfachen Mitteln.

Anschließend wurde noch eine neuartige Methode, die Ionenaффinitätschromatographie entwickelt. Diese Technik zeichnet sich durch die hohe Selektivität, hohe Produktreinheit durch spezifische Affinität auf Anthocyane, Wiederverwendbarkeit der Säulen und Durchführbarkeit im Reihenverfahren aus. Die Möglichkeiten dieser Methode sind noch nicht ausgeschöpft, so sind Festbettreaktionen zur Derivatisierung von Anthocyanen möglich, mit denen man Leucoanthocyane erstmals im Labor herstellen kann. Dadurch wurde eine mehr als Verdopplung der antioxidativen Kapazität erreicht. Die Übertragung dieses noch ungeklärten Wirkungsmechanismus auf andere Stoffe bietet neue Forschungsansätze in der Krebsprävention.

Durch diese Methode wird die Stoffklasse der Anthocyanen und ihrer Derivate für die Forschung besser zugänglich und laufende Forschungen zur medizinischen Nutzung der Stoffklasse beschleunigt. Neben dieser Aussicht zur medizinischen Anwendung, kann man die Anthocyane auch in der Umweltanalytik einsetzen, um Metallkationen quantitativ zu bestimmen.

Bei den Forschungen wurden neue Erkenntnisse gewonnen, welche Metallkationen überhaupt mit Anthocyanen Komplexe bilden können und dass diese Komplexbildung so quantitativ abläuft, dass komplexfotometrische Bestimmungen durchgeführt werden können

Diese komplexfotometrischen Methoden haben einige Vorteile im Gegensatz zu den herkömmlichen technischen Indikatoren. Als erstes ist die geringere Umweltbelastung zu nennen, denn die Anthocyane erhöhen das Risiko der Giftigkeit nicht über die Gefährdung durch vorhandene Schwermetalle hinaus. Des Weiteren ist die Bestimmung mit Anthocyanen von der Methode her einfacher bei gleicher Leistung. Auch die Kosten der Methode sind sehr gering, weil man auf Synthesen völlig verzichten kann und eine Isolierung der Anthocyanen nach den optimierten Methoden ausreicht.

Durch Bestimmungsmethoden mit optimiert isolierten Anthocyanen wird ein Beitrag im Sinne der Ersatzstoffprüfung geleistet, wie sie in der Gefahrstoffverordnung vorgesehen ist! (Weitere Informationen auf der Homepage des Autors: www.ChemiealsHobby.de; siehe auch „CLB-Geschichte“ auf den Umschlagseiten 2 und 3 zum Thema Anthocyane aus dem Jahre 1957).



AUFsätze

Wind-Wahn

Wolfgang Witschel, Ulm

Über den Einsatz von Windenergie besteht ein politischer Konsens. Dies wurde besonders deutlich, als sich in der Debatte des Deutschen Bundestages zur Fortentwicklung des Gesetzes über den Vorrang erneuerbarer Energien Vertreter aller Parteien nur positiv äußerten. Ein Außenseiter, der vorsichtig auf Probleme hinwies, wurde parteiübergreifend heftig angegriffen.

Im Jahr 2002 sind in Deutschland 2328 neue Windkraftwerke mit einer Leistung von 3,2 Gigawatt (GW) gebaut worden. Die neueste Klasse hat eine Einzelleistung von 1,5 Megawatt (MW) und eine Höhe von rund 120 m. Erste Versuche gelten Anlagen von 4,5 MW. Windkraftwerke werden im mittleren Teil Deutschlands wegen der höheren Windgeschwindigkeiten an exponierten Stellen errichtet, an der Küste zu Windparks zusammengefaßt. Derzeit gibt es rund 14.000 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 12 GW. Während im Zeichen der Nachhaltigkeit ursprünglich Insel-Windkraftwerke im Vordergrund standen, bei denen der Nutzer die Energie direkt aus seiner Anlage bezieht, wird jetzt die industrielle Form zunehmend favorisiert. Der in höchstem Maße umweltrelevante Ausbau dieser „alternativen“ Energie erfordert eine nüchterne Gegenüberstellung ihrer Vor- und Nachteile.

Der Wind weht, wann er will

Der Wind weht unregelmäßig, und obwohl sich mittlerweile eine „Energimeteorologie“ herausbildet mit kurzfristigen lokalen Vorhersagen von Richtung, Geschwindigkeit und Turbulenz des Windes, ist die effektive Leistung, verglichen mit der installierten

Der Autor:

Prof. Dr. em. Wolfgang Witschel war bis zum März dieses Jahres Leiter der Abteilung für Theoretische Chemie an der Universität Ulm. 1966 – 1972 war er Oberregierungsrat der PTB in Braunschweig (Kernphysik und Dosimetrie). 1988 – 1995 war er Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereich III Ulm (Batterien und Brennstoffzellen) des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Stuttgart und Ulm (ZSW). Er studierte 1958 – 1964 Chemie in Braunschweig, diplomierte in physikalischer Chemie, promovierte 1966 in Theoretischer Physik, habilitierte 1971 in Theoretischer Chemie. In Ulm war er Dekan der Fakultät für Naturwissenschaften, leitete 1987 die ersten Berufungen in Elektrotechnik und Informatik.



Leistung, vom Wind abhängig. Deutschland stellt jedoch als hochentwickeltes Industrieland konstante Anforderungen an die Bereitstellung elektrischer Energie, unabhängig davon, ob und wie stark der Wind weht. Dazu gehören die Möglichkeit eines bedarfsabhängigen flexiblen Abrufs, absolute Zuverlässigkeit in Spannung, Frequenz und Phase, steuerbare Einspeisung und Regelung für kurzfristigen hohen Bedarf, Erzeugung in der Nähe von Verbrauchsschwerpunkten wie Großstädten und Industrieansiedlungen. Windenergie kann sich um solche Konditionen nicht kümmern. Sie ist nicht immer und grundsätzlich nur in unterschiedlicher Menge verfügbar. Sie muß abgenommen werden, wenn sie angeboten wird. Sie kann nicht nach Bedarf geregelt werden. Kurzfristige Änderungen des Windangebotes erfordern einen schnellen und daher teuren Ausgleich. Windenergie fällt vor allem in Küstennähe, aber auch an anderen exponierten Orten, nicht jedoch in den Ballungszentren an.

Wenn Energie in ein Netz eingespeist werden soll, entstehen dabei technische und wirtschaftliche Probleme. Starke Leistungsschwankungen führen zu Änderungen der Spannung und der Frequenz. In beiden Fällen resultieren Störungen an elektronischen Geräten. Es ist daher erforderlich, durch ein geeignetes Zusammenwirken mit konventionellen thermischen Kraftwerken und Speicherkraftwerken Spannung und Frequenz zu halten. Windräder können ihren Minienergieanteil von rund 1 % überhaupt nur einspeisen, weil die Kohle- und Kernkraft-Großanlagen das Netz und die 50-Hertz-Übertragung der Netzspannung gewährleisten.

Primärreserve unter Dauerampf

Ohne Wind gibt es keinen Strom. Aber auch bei zu heftigem Wind (über 25 m/s) wird abgeschaltet. Unter den Bedingungen der landesüblichen Versorgungssicherheit führt dieser Sachverhalt dazu, daß eine gedachte Windradkapazität nur zum zehnten Teil Ersatz für konventionell erzeugten Strom leistet. 1000 MW Windenergie zum Beispiel ersetzen also nur 100 MW herkömmliche Energie. Das Defizit muß kompensiert werden. Dazu schreibt die FAZ am 25.3.2003: „Heute fungieren als ‘schnelle Eingreiftruppe’ vor allem Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke. Deren Kapazität läßt sich aber nur noch marginal vergrößern (...) Daher werden immer mehr im Mittellastbereich arbeitende Kraftwerke oder gar Grundlastkraftwerke Regelungsaufgaben übernehmen müssen (...) Diese Kraftwerke der Primärreserve stehen ständig unter Dampf“, der »in einem

Bypass an den Kraftzentralen der Anlagen vorbeigeleitet und ungenutzt in die Atmosphäre entlassen« wird. Diese Regelverluste werden in der Gegenwart – bezogen auf den Gesamtenergieverbrauch – mit etwa sieben Prozent angegeben! Die Kosten für die Regelung hängen von der Geschwindigkeit ab, mit der sie erfolgen muß. Kurzfristige Änderungen können durch teuren Pumpspeicherstrom oder durch Gasturbinenkraftwerke ausgeglichen werden. Bei mittleren Zeitkonstanten kann die Regelung durch Anfahren und Drosselung konventioneller Kraftwerke erfolgen. Da sie in Teillast gefahren werden müssen, ist die Ausnutzung des Brennstoffes schlecht und die CO₂-Emission groß. Ein Argument für die Einführung der Windkraft war aber gerade die Verminderung der CO₂-Emission. Im übrigen führen das häufige Anfahren und Drosseln thermischer Anlagen zu deren raschem Verschleiß.

Wie wird Windstrom angeboten? Windkraftwerke wandeln die Bewegungsenergie des Windes in elektrische Energie um. Es gibt verschiedene Verfahren, mit und ohne Getriebe. Bei den neuen großen Anlagen wird Wechselstrom erzeugt, der aus Konstanthalungsgründen zunächst gleichgerichtet werden muß. Mit einem Wechselrichter wird er in Wechselstrom zurückverwandelt und mit einem Transformator auf die gewünschte Spannung gebracht. Wird der Strom erzeugungsnah verbraucht, ist es nicht nötig, ihn auf Hochspannung zu transformieren. Andernfalls muß er mittels Hochspannungsleitungen, die geringere Verluste als Niederspannungsleitungen haben, zum Verbraucher geführt werden. Die Regelung erfolgt dann mit Kraftwerken in der Umgebung des Verbrauchers. Die Theorie der Regelung bei mehreren Erzeugern mit unterschiedlichem Lastverlauf ist nicht einfach. Einen guten Überblick geben Werner Leonhard und K. Müller in *ew-Energiewirtschaft* 101, p. 30-37 (2002): „Ausgleich von Energieschwankungen mit fossil befeuerten Kraftwerken - wo sind die Grenzen?“

Subventioniert wie Steinkohle

Ein weiteres Problem ist die Belastung der vorhandenen Hochspannungsleitungen, die von den Windparks in die industriellen Ballungsgebiete führen. Nur wenig Energie wird am Erzeugungsort – zum Beispiel an der Küste Niedersachsens und Schleswig-Holsteins – benötigt. Für den

Transport großer Elektrizitätsmengen sind Hochspannungsleitungen nötig, weil bei ihnen der Verlust am geringsten ist. Die großen 380-kV-Leitungen stellen keine Zierde der Landschaft dar. Sie werden von Bürgerinitiativen heftig bekämpft. Elektrosmog und die sich damit verknüpfenden Befürchtungen der Bevölkerung sind ein Grund. Tatsächlich ist das magnetische Feld an Hochspannungsleitungen nicht klein und kann unter Umständen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Die Politik fördert alternative Energien. Die Windkraft hat sich, verglichen mit der Photovoltaik, aus zwei Gründen schnell entwickelt:

1. Das Energieeinspeisungsgesetz garantiert eine Abnahme des angebotenen Stroms zu einem Preis, der etwa dreimal so hoch ist wie der des Stroms aus konventionellen Kraftwerken. Die Betreiber von Windkraftanlagen haben einen Anspruch auf die Anbindung an das Netz auf Kosten der Elektrizitätswirtschaft, die ebenso für die Bereitstellung von Spitzenstrom bei Windstille oder Sturm oder Ausfall der Windkraftwerke verantwortlich ist.
2. Die Änderung des Bundesbaugesetzes § 35 erlaubt mit Rücksicht auf die Privilegierung der Windkraft weitgehende Eingriffe in die Bauplanung.

Daraus folgt, daß der im Prospekt einer Firma für Windparks gebrauchte Slogan „Windkraft – optimal für Umwelt und Anleger“ wenigstens im zweiten Teil richtig ist. Die Kosten belaufen sich über

Gegenüber den heutigen Riesenanlagen wirken die Windräder dieses frühen Windparks von Lanzarote noch zierlich. Der 1993 eröffnete Windpark erzeugt mit seinen 48 „Molinos de Viento“ rund fünf Megawatt und damit etwa ein Drittel der Energie, die die Meerwasseraufbereitungsanlage in Arrecife benötigt. Mittlerweile regt sich vielfach Widerstand gegen die Errichtung von Windparks (Foto: Kickuth).





Strom aus Wind wird nur unbeständig zur Verfügung gestellt. Die Grundlast der Energieerzeugung in Deutschland wird von den großen Kraftwerken getragen. Die Kohle- und Kernkraftwerke – hier das 1165 MW-Kernkraftwerk Leibstadt am Schweizer Ufer des Rheins bei Waldshut – gewährleisten die 50-Hertz-Übertragung des Stroms durch die Netzleitungen (Foto: Kickuth).

die Einspeisungsvergütung hinaus auf Regel- und Netzkosten. Die Elektrizitätswirtschaft gibt für die Gesamtbelastung einen Faktor 4 bezogen auf die Gestehungskosten herkömmlicher Stromerzeugung an. Für jede Kilowattstunde, die ein Windrad an das Stromnetz abgibt, erhält sein Betreiber derzeit 8,9 Eurocent. Mit allen Nebenkosten kommt eine Kilowattstunde Windstrom auf 11,3 Cent. Dem stehen 3 Cent Erzeugungskosten (richtiger: Wandlerkosten, denn nach dem Energieerhaltungssatz läßt sich Energie weder erzeugen noch vernichten, sondern nur umwandeln) für konventionelle Energie gegenüber. Zeitnah beträgt die Fördersumme etwa 1,4 Milliarden Euro p.a. Die Kosten werden vom Steuerzahler und vom Verbraucher aufgebracht, der mit steigendem Einsatz von Windkraft eine Verteuerung des Stroms hinnehmen muß. Großabnehmer wie die Chemieindustrie oder die Aluminiumindustrie erwägen eine Auslagerung energieintensiver Produktionsbereiche.

Depressionen und Herzrhythmusstörungen

Von den Kosten abgesehen, belastet der Ausbau der Windkraft Mensch und Umwelt. Geht man von einer 120 m hohen 1,5-MW-Anlage aus, dann ist die Belastung sogar erheblich. Einmal in Hinsicht auf die Schallentwicklung. Es wird zwar eine Schallmessung nach der Technischen Anleitung (TA) Schall vorgeschrieben, diese berücksichtigt jedoch nicht Schwankungen der Schalleistungen und Frequenzschwankungen des Schalls. Bei unterschiedlichen Windstärken ist die Belastung durch unterschiedliche Tonlagen erheblich. Es gibt Arbeiten in den USA, die sich mit der Wirkung veränderlicher Frequenzspektren auf die menschliche Neurologie beschäftigen. Das Wohlbefinden hängt stark vom Schallpegel und vom Frequenzspektrum ab. Infrarotstrahlung, wie sie bei Windkraftwerken auftritt, wird für Schlaflosigkeit, Depressionen und Herzrhythmusstörungen verantwortlich gemacht. Hier besteht ein erheblicher interdisziplinärer Forschungsbedarf.

Ein weiteres Belastungsmoment ist der sogenannte Diskoeffekt. Sonnenschein reflektieren die Blätter des Rotors in Abhängigkeit von der Drehzahl, was zu einem permanenten, die Augen stark belastenden Flackereffekt, auch Diskoeffekt genannt, führt. Gravierend ist auch der Schattenwurf. Windkraftwerke werfen gegebenenfalls erhebliche, die Anwohner belastende Schatten. Der Landverbrauch unter Windkraftwerken ist erheblich, die landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr im vollen Umfang gegeben. Zusätzliche Belastungen ergeben sich aus der Wegeerschließung und der Kabelverlegung für den Transport der elektrischen Energie. Trotz der gesetzlichen Naturschutzauflagen wird die Fauna durch Windkraftwerke erheblich beeinflusst. Und nicht zuletzt hat die Zerstörung von Landschaftsbildern teilweise schon jetzt intolerable Formen angenommen. Auch kulturhistorisch bedeutende Bauten werden durch nachbarschaftliche Windkraftanlagen in ihrer ästhetischen Wirkung beeinträchtigt. Was damit auf die Bürger unseres Landes noch zukommt, wenn der Ausbau der Windkraft wie geplant weitergeht, mag man sich nicht ausmalen. Dazu die FAZ am 3.7.2002: „Die Windmaschinen, welche die Reste der deutschen Kulturlandschaft zunehmend in Industriegebiete verwandeln, sind Raubbau an der Natur, und zur Energiesicherheit tragen sie so gut wie nichts bei. Rund 12 000 Windkraftanlagen haben Deutschlands Landschaftsbild in den vergangenen zehn Jahren nachhaltig entstellt, ohne daß dadurch auch nur ein einziges konventionelles Kraftwerk überflüssig geworden wäre.“

Strom aus Weizen

Jede Art der Energiewandlung birgt Gefahren, bringt ökologische Belastungen mit sich und kostet Geld. Thermische Kraftwerke, wie Kohlekraftwerke und

Gasturbinen, haben allerdings inzwischen einen hohen Wirkungsgrad, der den CO₂-Ausstoß minimiert. Dies gilt jedenfalls für Deutschland. Wasserkraft ist vergleichsweise umweltneutral. Die Beeinträchtigung der Hydrologie des Einzugsbereichs eines Stausees oder eines Laufwasserkraftwerks kann durch geeignete Maßnahmen geringgehalten werden. Anders ist das bei den großen Staukraftwerken wie dem Assuanstauwerk oder dem Staudamm im Bau am Gelben Fluß in China, wo große Gebiete stark gestört und Menschen gefährdet werden. Für Deutschland wie auch für seine Nachbarn gilt, daß der Stromgewinn aus Wasserkraft nicht mehr nennenswert erhöht werden kann.

Die Probleme der Kernenergie sind spätestens seit Tschernobyl 1986 offensichtlich. Eine Reaktorkatastrophe hat globale Auswirkungen. Reaktorsicherheit ist daher wichtiger denn je. In der ganzen Welt gibt es rund 400 Kernkraftwerke, weitere sind im Bau. Besonders China und Japan sowie Länder der Dritten Welt werden auf Kernkraft nicht verzichten. Deutschland hat sich aus politischen Gründen aus der Reaktortechnik verabschiedet, in der es weltweit führend war. Ökologische und ökonomische Folgen werden sich zeigen. Ein ungelöstes Problem ist die sichere Endlagerung der Brennelemente. Hier gibt es neue interessante Ansätze, wie die Spaltung von Plutonium und anderen Aktiniden mit Neutronen, die bei der Spallation von Blei- oder Wismut-Kernen mit 1-GV-Protonen erzeugt werden. Ein Proton mit einer sehr hohen Energie aus dem Beschleuniger läßt einen Blei- oder Wismutkern zerplatzen (Spallation). Dabei werden etwa 30 Neutronen frei, die Plutonium zu ungefährlicheren Elementen spalten. Für die Protonen benötigt man einen Hochenergie-Hochstrom-Protonenbeschleuniger. Dieser „Nuclear Waste Incinerator“ liefert nicht nur die Energie für den Beschleuniger, sondern auch zusätzliche elektrische Energie, die an das Netz abgegeben wird. Ein solcher „getriebener“ Reaktor kann nicht kritisch werden und ist daher intern absolut sicher. Auch hier bedarf es allerdings noch intensiver Forschungen.

Strom aus Biomasse ist nur dann umweltfreundlich, wenn man Holzreste oder biologischen Abfall verbrennt. Der Betrieb von Plantagen für die Erzeugung von Biomasse bringt erhebliche Umweltbelastung mit sich. Wie weit solche Ideen gehen können, zeigt ein sogenanntes Energiegutachten, in dem vorgeschlagen wird, Weizen als optimale Biomasse einzusetzen. Auf dem Vormarsch ist die Photovoltaik. Es gibt neue Konzepte für Solarzellen, die auch erheblich billiger als die derzeit verwendeten sind. Photovoltaik-Anlagen können größeren Landverbrauch vermeiden, da sie sich in Dächer und Fassaden integrieren lassen. Trotzdem ist diese Technologie derzeit noch nicht konkurrenzfähig.

In der politischen Diskussion verschwiegen

Vergleicht man die Windenergie mit den anderen Energieformen, so stellen sich erhebliche technische, ökonomische und ökologische Probleme dar, die in der politischen Diskussion meist verschwiegen werden. Es ist keine Frage, daß auf dem Gebiet der Windenergie Entwicklungsfortschritte zu verzeichnen sind (eine zwar nicht unparteiische, aber brauchbare Information bietet das „Windblatt, das Enercon-Magazin“). Trotzdem werden Arbeitsplätze bei den Herstellern und Betreibern von Windkraftanlagen ähnlich hoch subventioniert wie Arbeitsplätze im Kohlebergbau. In beiden Fällen ist direkt der Verbraucher und indirekt der Steuerzahler der Subventionsgeber.

Da die Zahl der Standorte für Windparks aus den genannten technischen, ökonomischen und ökologischen Gründen in Deutschland begrenzt ist, wird daran gedacht, ähnlich wie in Dänemark vor der Küste Windparks zu errichten, die mit Windkraftanlagen von etwa 5 MW ausgestattet sein sollen. Wegen des gleichmäßig wehenden Windes sollten die Regelkosten geringer sein als bei Windkraftanlagen im Binnenland. Ungelöst sind Gründungs-, Material- und Wartungsprobleme im (aggressiven) Wasser und die Fragen der damit verbundenen extremen Kosten sowie Transportprobleme für die elektrische Energie. Es ist an Seekabel gedacht, die durch das ökologisch empfindliche Wattenmeer gelegt werden müßten. Die Naturschützer machen berechtigterweise Front gegen die Windenergie im allgemeinen und gegen Windparks im Wattenmeer im besonderen. In dem Buch „Windkraft: Eine Alternative, die keine ist“ werden die Einwände überzeugend dargelegt.

Ich persönlich glaube, daß in der Dritten Welt, wo keine elektrischen Netze existieren, Insellösungen aus Windkraft und Photovoltaik, zusammen mit einer mäßig großen Batterie als Speicher, eine gute Basis der Energieversorgung darstellen könnten. Medizinische Fortschritte und der Anschluß an die Medien einschließlich des Internets sind nur mit einer geregelten Elektrizitätsversorgung möglich.

Kosten und Belastungen der Energiewandlung von chemischer Energie (Kohle, Erdgas), Bewegungsenergie (Wasser, Wind) und Kernenergie in elektrischen Strom sind hoch. Der Bürger muß entscheiden, in welchem Umfang er die Belastungen tragen bzw. Energie sparen will. Eines ist klar: Windenergie wird keine Lösung des Energieproblems bringen, das nach der Bevölkerungsexplosion – und mit dieser unmittelbar auch kausal verbunden – das größte globale Problem darstellt. Auf dieses Problem müssen sich Forschungsanstrengungen auf breiter Front konzentrieren. Die Idee, in Ulm ein interdisziplinäres Zentrum für Energietechnik zu schaffen, ist dieser Überzeugung verpflichtet.

Der Artikel erschien ähnlich in „uni ulm intern“ Nr. 261



Erstes transatlantisches Forschungsnetzwerk für Polymerisationskatalyse Hochleistungswerkstoffe aus billigen Monomeren

Seit 30 Jahren arbeiten Kanada und Deutschland auf dem Gebiet Bildung, Wissenschaft und Forschung zusammen. Vorteile eines solchen transatlantisches Forschungsnetzwerk für die Polymerchemie erläuterte jetzt der Koordinator Prof. Dr. Bernhard Rieger. Der Forschungsverbund, der die erste transatlantische Forschungsk Kooperation auf dem Gebiet der Polymerisationskatalyse darstellt, sucht nach Möglichkeiten, neue Hochleistungswerkstoffe auf der Basis billiger, technischer Monomere herzustellen, die nach Verwendung umweltfreundlich in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können.

Im Oktober 2001 haben die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Edelgard Bulmahn, und ihr kanadischer Amtskollege, Dr. Gilbert Normand, eine gemeinsame Erklärung unterzeichnet, in der vereinbart wurde, die dreißigjährige Zusammenarbeit der beiden Länder auf dem Gebiet von Bildung, Wissenschaft und Forschung weiter auszubauen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt diese Kooperation mit rund zehn Millionen Euro. Einen Teil dieser Kooperation bildet das

Projekt „Advanced Macromolecular Materials“ (AM_Net), ein Forschungsnetzwerk, zu dem sich sieben deutsche und fünf kanadische Arbeitsgruppen an zehn Universitäten zusammengeschlossen haben. In diesem Forschungsnetzwerk ist die Universität Ulm durch die Abteilung Anorganische Chemie II (Materialien und Katalyse, Leiter Prof. Dr. Bernhard Rieger) vertreten.

Rieger, der das Netzwerk koordiniert und seit Juli 2002 sein Sprecher ist, legt den Schwerpunkt der Ulmer Arbeiten auf die Synthese neuer Katalysatoren und neuartiger Polymere mit Hilfe moderner Katalysatoren. Dabei kann er auf eine der europäisch führenden Druckreaktorstationen zurückgreifen, die von ihm seit 1997 an der Universität Ulm aufgebaut worden ist. Die hier verfügbaren Reaktoren ermöglichen eine genaue Justierung der Polymerisationsparameter und die On-line-Untersuchung des Verlaufs der Polymerisation.

Das Forschungsnetzwerk bietet eine einmalige Chance für die effiziente und erfolgreiche Entwicklung neuer Katalysatorsysteme und Polymermaterialien. Auch profitieren die Studierenden von diesen Strukturen, insofern sie während ihrer Praktika im Hauptstudium Einblicke in die aktuelle Forschung gewinnen und aktiv an der Umsetzung der gestellten Ziele mitwirken können. Neben finanziellen Mitteln für den Austausch der Dozenten stehen Gelder für mehrwöchige Aufenthalte von beteiligten Diplomanden und Doktoranden in den Labors der kanadischen Gruppen zur Verfügung.

Neue industrielle Werkstoffe

Ein vorrangige Ziel besteht in der Synthese und Charakterisierung von neuen industriell

relevanten Werkstoffen auf der Basis von technischen Olefinen und polaren Comonomeren. Die Synthesemethoden auf der Grundlage der Katalyse mit organometallischen Verbindungen werden durch theoretische Berechnungen unterstützt, um die ablaufenden Vorgänge besser zu verstehen und die Entwicklung effizienter Katalysatorstrukturen zu beschleunigen.

Um die gestellten Ziele zu erreichen, wurden fünf Untergruppen eingerichtet, deren Forschungskompetenzen alle wichtigen Gebiete der Synthese und Analyse von Polymeren umfassen. In diesen Gruppen arbeiten Wissenschaftler aus sechs deutschen und vier kanadischen Universitäten zusammen. Die Einteilung in verschiedene Forschungsgruppen stellt dabei kein statisches System dar. Die einzelnen Gruppen können bei verwandten Problemen miteinander kooperieren. Dadurch wird eine hohe Effizienz der Forschungsarbeiten gewährleistet.

Tausende Handelsnamen

Kunststoffe, Makromoleküle, Polymere – fast jeder führt diese Worte im Munde, und wenn nicht im Munde, dann auf dem oder im Körper, jedenfalls aber nimmt sie jeder zur Hand. Textilien, Zahnfüllungen, Kunstherzen, Verpackungsmittel, elektrische, elektronische und sonstige Geräte, Werkzeuge, Wohnungseinrichtungen, Automobile – Kunststoffe sind überall. Doch welches Material verbirgt sich dahinter? Es gibt etwa zwei Dutzend wichtige Kunststoffarten, aber mindestens über 5000 Handelsnamen, meist Kurzbezeichnungen, die eher den Hersteller als die Inhaltsstoffe verraten. Deshalb ist es meist unmöglich, einen bestimmten Kunststoff an seinem Markennamen zu erkennen. Was zwischen

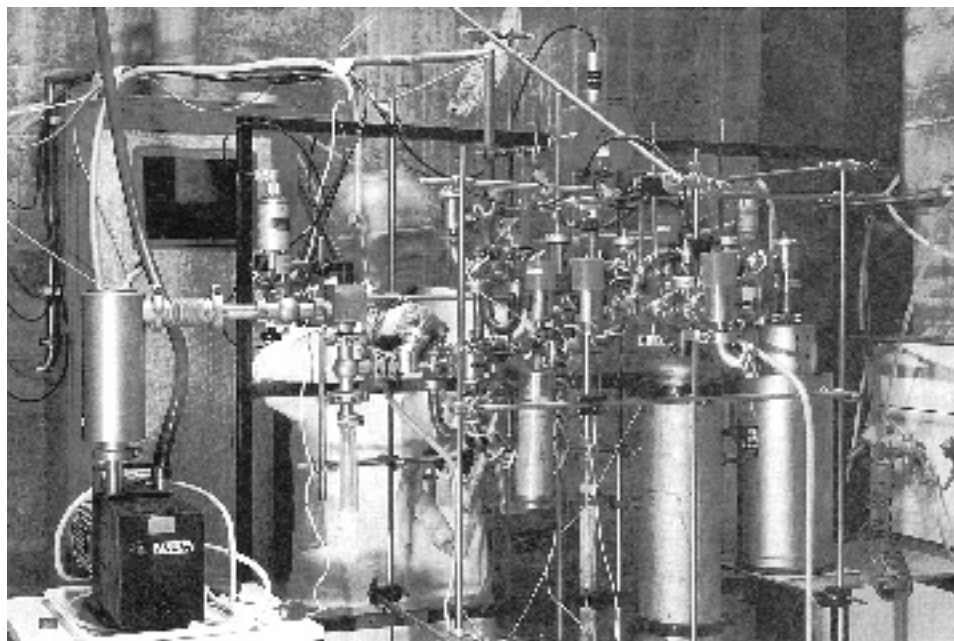


Prof. Dr. Bernhard Rieger koordiniert das Netzwerk „Advanced Macromolecular Materials“ (Fotos: Uni Ulm).

1914 und 1918 aus der Not geboren wurde, knapp werdende Werkstoffe durch neue, die damals noch jungen Kunststoffe zu ersetzen, wird heute zur hohen Schule des Werkstoffdesigns. Denn man kennt den inneren Aufbau der Kunststoffe, kann ihn mit geeigneten Hilfsmitteln, zum Beispiel speziellen Katalysatoren, beeinflussen und auf diese Weise Kunststoffe als Werkstoffe für unterschiedlichste Zwecke fast beliebig maßschneidern.

Der deutsche Chemiker Hermann Staudinger (1881-1965) entdeckte, daß alle organischen Werkstoffen ein riesiges Gerüst aus langen Molekülfäden besitzen. Er schlug dafür 1922 die Bezeichnung »Makromolekül« vor. Kunststoffe sind also makromolekulare Stoffe. Sie lassen sich nach der Art der Herstellung, der Synthese unterscheiden. Die einzelnen Grundbausteine der Makromoleküle sind die Monomeren, die sich u.a. aus den Naturstoffen Kohle, Erdöl oder Erdgas großindustriell gewinnen lassen. Ihr Anteil an den Erdöl-Produkten beträgt derzeit etwa acht Prozent. Die einzelnen, zumindest gleichartigen Grundbausteine lassen sich untereinander zur Reaktion bringen, wobei sich zwischen den einzelnen Monomeren Verknüpfungsstellen ausbilden.

Diese chemischen Bindungen halten die Glieder der langen Kette, der Polymerkette, zusammen. Bei diesem Polymerisation genannten Vorgang wird, wie ein vereinfachtes Modell des Ethylenmoleküls darstellen soll (s. Abb.), die reaktive Doppelbindung gelöst und durch Knüpfung einer neuen Einfachbindung zwischen den benachbarten Molekülen das Polyethylen gebildet. Die dargestellte Kette ist nur ein kleiner Ausschnitt: eine Kette mit einer Dicke von einem Zentimeter hätte eine Länge von über 500 Metern. Die Eigenschaften der so entstehenden Polymere werden nicht nur durch die eingesetzten Monomere bestimmt, sie hängen auch vom Wechselspiel der einzel-



nen Riesenketten untereinander ab. Erst viele Millionen dieser Polymerketten zusammengefügt, ergeben einen greifbaren Stoff, den Kunststoff mit seinen je spezifischen Eigenschaften.

Maßkatalysatoren

Mit dem genauen Wissen über den Aufbau und die Struktur der Makromoleküle hat die Kunststoffchemie ihren Produkten ein riesiges Anwendungsfeld erschlossen. Es wird noch immer ständig erweitert. Die Nutzung von Kunststoffen als Werkstoffe in verschiedensten Industriezweigen hat in den letzten Jahren wesentlich an Bedeutung gewonnen. Im Jahr 2001 wurden mehr als 180 Millionen Tonnen Polymere hergestellt. Damit gehört die Kunststoffindustrie zu den größten Industriesektoren der Welt. Deutschland nimmt dabei im internationalen Vergleich den dritten Platz (8,5 %), nach Nordamerika (27 %) und Südost-Asien (24,5 %) ein. Für die nächsten Jahre wird eine steigende Nachfrage nach derartigen Werkstoffen prognostiziert. Dabei werden Polymere auf PE- oder PP-Basis die größten Wachstumsraten (ca. 6 - 7%) erzielen, da durch diese Kunststoffe andere teurere oder

schwer rezyklierbare Materialien ersetzt werden können.

Die Abteilung Anorganische Chemie II der Universität Ulm beforscht seit Jahren Hilfsmittel für die Herstellung neuer Polymere. Bei diesen Hilfsmitteln handelt es sich um Maßkatalysatoren, molekular definierte einheitliche Moleküle vom Reißbrett auf der Grundlage von Übergangsmetallen, die es ermöglichen, die Ausbildung polymerer Feinstrukturen mit bislang unerreichter Genauigkeit zu steuern. Diese Designerkatalysatoren sind weithin an die Stelle der sogenannten Ziegler-Natta-Komplexe getreten, Katalysatoren aus aluminiumorganischen und übergangsmetallischen Verbindungen, die herkömmlich für die stereospezifische Polymerisation von Olefinen verwendet werden. Von der chemischen Struktur der neuen Systeme hängt ab, ob sich aus einem Polymer Stoßstangen, Damenstrümpfe, Klebstoffe oder Teile künstlicher Hüftprothesen herstellen lassen.

Green Chemistry

Das Produkt wird aber naturgemäß nicht nur durch die Katalysatoren, sondern auch durch die Wahl der Monomeren bestimmt. Entschei-

Die Ulmer Forschungen zur Synthese neuer Katalysatoren und neuartiger Polymere mit Hilfe moderner Katalysatoren profitieren von einer der – nach eigenen Angaben – europäisch führenden Druckreaktorstationen.

Proteine, Gene und Hormone (1)

Forscher der Medizinischen Universitätsklinik Heidelberg und der Fakultät für Klinische Medizin Mannheim haben eventuell einen neuen Ansatz zur Behandlung der Herzmuskelschwäche gefunden. Zellen kommunizieren untereinander über Signalstoffe, die an Rezeptor-Proteinen in ihrer Zellwand binden. Die meisten Rezeptoren geben das Signal ins Zellinnere über die Aktivierung sogenannter G-Proteine weiter, welche wiederum den zentralen Botenstoff cAMP aktivieren. cAMP reguliert unter anderem die Geschwindigkeit und Kraft des Herzschlages. Jetzt wurde bewiesen, dass G-Proteine auch innerhalb der Zelle über das Enzym Nukleosid Diphosphat Kinase (NDPK) aktiviert werden.

Ein besseres Interferon-beta für Multiple-Sklerose-Patienten, weltweit etwa 2,5 Millionen Menschen, haben Wissenschaftler am Fraunhofer IGB entwickelt, das löslicher, bioverfügbarer und pharmakokinetisch stabiler ist. Erreicht wurde dies mit „Hydrophobic Engineering“, dem Austausch von neun Aminosäuren auf der Protein-Oberfläche. Man erhofft sich geringere Nebenwirkungen und eine erhöhte Wirksamkeit. Das herkömmliche Interferon-beta ist hydrophob, was die biotechnische Produktion des rekombinanten Proteins erschwert und seine pharmakologische Wirksamkeit beeinträchtigt.

Die mit zunehmendem Alter abnehmende Fähigkeit zum Lernen und das Erinnerungsvermögen können beeinflusst werden. Am MPI für experimentelle Medizin in Göttingen wurde an Mäusen gezeigt, dass durch Herunterregulieren eines im Hippocampus lokalisierten Kalzium-aktivierten Kaliumkanals (SK3) ein Absinken der Lern- und Gedächtnisleistung verhindert werden kann.

EuroVacc 01, die klinische Studie eines neuen Impfstoffkonzepts zur Verhütung der HIV Infektion und AIDS beginnt in London und Lausanne. Die Phase I Studie soll die Sicherheit des Impfstoffs sowie die Qualität der durch ihn hervorgerufenen Immunantwort untersuchen. Im Falle positiver Ergebnisse wird der Impfstoff in einer Phase II Studie zunächst in weiteren europäischen Zentren getestet werden. Aventis Pasteur hat den Impfstoff, gemeinsam mit dem Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene (RIMMH) und GENEART GmbH (beide Regensburg), auf der Basis der Vacciniavariante NYVAC mit den HIV Genen gag, pol, nef und env unter Verwendung synthetischer Gene, abgeleitet vom HIV-1 Subtyp C, innerhalb der EuroVacc Gruppe entwickelt.

Wissenschaftler der University of Minnesota beobachteten die Bewegungen einzelner nukleolärer Proteine in HeLa-Zellen. Dazu benutzten sie die FRAP (Fluorescence Recovery after Photobleaching)-Technik, bei der Fluoreszenz-markierte Moleküle in ihrer Bewegung in lebenden Zellen unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden können.

dend sind die beabsichtigten Anwendungsmöglichkeiten. Einfache Olefine wie das Ethylen aus der Raffinierung des Erdöls zählen immer noch zu den preisgünstigsten Ausgangsstoffen. Immer interessanter, speziell im Hinblick auf die Entwicklung biokompatibler Polymere, werden das Kohlenmonoxid und das Kohlendioxid. Rieger arbeitet sowohl an biokompatiblen Polymeren wie den Polyketonen, die als PVC-Ersatzstoffe in der Medizin im Gespräch sind, als auch an Polycarbonaten, die die Ära der »Green Chemistry« begleiten, in der die Monomeren zu einem Großteil aus nachwachsenden Rohstoffen stammen. Ein wesentlicher Baustein ist hier das Kohlendioxid, das bei allen Verbrennungsvorgängen entsteht und als Treibhausgas besonders zur globalen Temperaturerhöhung beiträgt. Ein Teil der Ulmer Arbeiten zielt auf seine Verwendung zur Herstellung hochwertiger Kunststoffe.

Ein weiteres Projekt Riegers gilt einem besonderen Werkstoff, dem Polyhydroxybutyrate (PHB). PHB ist ein Biomakromolekül, das ähnlich der Kartoffelstärke in biologischen Systemen als Energiespeicher genutzt wird. Kürzlich veröffentlichte Forschungsarbeiten von Rieger in Zusammenarbeit mit der BASF AG in Ludwigshafen berichteten erstmals über die Herstellung dieses wichtigen Materials aus technischen Bausteinen. Diese Biomakromoleküle sind vollständig biologisch abbaubar und zeigen im übrigen ähnliche Eigenschaften wie Polypropylen,

der Grundstoff zum Beispiel eines Joghurtbechers. Die Entwicklungen von Katalysatoren in Riegers Arbeitskreis haben auch entscheidend dazu beigetragen, die Eigenschaften des Polypropylens zu erweitern. Sie reichen inzwischen von steifem hartem Material mit hohem Schmelzpunkt um 168 Grad Celsius (Produktion jährlich weltweit ca. 30 Mio. t, geschätzte Wachstumsrate 7 %) über weichen, biegsamen und niedrigschmelzenden Werkstoff mit einer ultrahohen Kettenlänge (im Vergleich: 1 cm Kettendicke ergibt über 5 km Kettenlänge), bis zu einem Polymer, das erst unterhalb der Raumtemperatur glasartig erstarrt. Interessant sind vor allem die Kombinationen dieser drei Möglichkeiten. So wird eine gleichförmige Monomerkette durch einen ausgesuchten Katalysator gezielt dotiert, und man erhält einen Kunststoff, der überraschende Zusatzqualitäten aufweist, zum Beispiel enorme Dehnbarkeit in bestimmten Temperaturbereichen. Als Ergebnis resultiert eine kontinuierlich feingestufte Einstellungsmöglichkeit der Materialeigenschaften von kristallin bis hochelastisch. Diese Ulmer Forschungsergebnisse finden bereits in einem großtechnischen Prozeß erste industrielle Anwendung. Auch bei künftigen Arbeiten soll für Prof. Rieger und sein Team die Entwicklung umweltverträglicher Kunststoffe für höchste Ansprüche aus leicht zugänglichen und preisgünstigen Ausgangsstoffen einen Schwerpunkt bilden.

Große Anzeigen zu teuer? Einträge im Bezugsquellenverzeichnis kosten nur 4,50 Euro pro Zeile, ein Millimeter pro Spalte 2,25 Euro!

Anfragen bitte an anzeigen@clb.de

Erster fullerenartiger Nanoball ohne Kohlenstoff im Gerüst

Symmetrie und Funktion

Das Fußballmolekül C_{60} hat ein anorganisches Pendant bekommen: Einer Forschergruppe glückte die Synthese eines fullerenartigen sphärischen Moleküls aus anorganischen Elementen. In einem DFG-Projekt unter Leitung von Professor Dr. Manfred Scheer vom Institut für Anorganische Chemie der Universität Karlsruhe wollen Wissenschaftler weitere fullerenartige Nanomoleküle in Form von Bällen, Schalen und Rädern erzeugen und in Aggregaten zusammenlagern.

Seit einigen Jahren ist neben Diamant und Graphit eine dritte reine Form (Modifikation) des Kohlenstoffs bekannt: die Fullere. Benannt sind diese Moleküle nach dem Architekten Buckminster Fuller, weil ihre Struktur an die von ihm geschaffenen extrem stabilen geodätischen Kuppeln erinnert. Das häufigste Fullerenmolekül ist das C_{60} . Weil bei ihm die Kohlenstoffatome dort vorkommen, wo bei einem Fußball die Ecken der Fünfecke und Sechsecke aufeinander treffen, kann man es auch vereinfacht als Fußballmolekül bezeichnen. Manche Fullere, wie das C_{60} , sind nicht nur ungewöhnlich stabil, sondern haben sich auch als Halb- oder Supraleiter erwiesen. Da liegt es nahe, vergleichbare anorganische Moleküle aufzubauen und ihre Eigenschaften zu untersuchen.

Gemeinsam mit Dr. Junfeng Bai von der Universität Nanjing/China und dem Kristallographen Dr. Alexander V. Virovets vom Institut für Anorganische Chemie in Novosibirsk/Russland, die vor einiger Zeit als Gastwissenschaftler in Karlsruhe weilten, ist Professor Scheer nun die Darstellung eines aus 90 anorganischen Gerüstatomen bestehenden Moleküls der Formel $[\{Cp^*Fe(\eta^5-P_5)\}_{12}\{CuCl\}_{10}\{Cu_2Cl_3\}_5\{Cu(CH_3CN)_2\}_5]$ von einem ähnlichen Strukturtyp wie das Fullerenmolekül C_{60} gelungen. Wie

die Forscher in der Ausgabe 300 des Wissenschaftsmagazins „Science“ berichten, ließen sie $[Cp^*Fe(\eta^5-P_5)]$ mit CuCl in einer Lösungsmittelmischung aus CH_2Cl_2/CH_3CN reagieren. $[Cp^*Fe(\eta^5-P_5)]$ enthält bereits Ringe aus fünf Phosphoratomen. Diese cyclo- P_5 -Ringe sind nun umgeben von sechsgliedrigen P_4Cu_2 -Ringen, die sich aus der Koordination der Phosphoratome an die Kupferatome von CuCl ergeben. Fünfringe und Sechseringe wechseln sich in einer Weise ab, die mit der beim Fußballmolekül vergleichbar ist. Die so gebildeten Halbschalen sind mit $[Cu_2Cl_3]$ - sowie $[Cu(CH_3CN)_2]$ -Einheiten zusammengefügt. Das kugelförmige Molekül hat einen Innendurchmesser von 1,25 Nanometern und einen Außendurchmesser von 2,13 Nanometern (ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter). Damit ist es etwa dreimal so groß wie das Fullerenmolekül C_{60} .

Die Bedeutung dieses Nanoballs „liegt vor allem in seiner Funktionalisierbarkeit, in der Reaktivität und Aggregierbarkeit“, erklärt Professor Scheer. Große sphärische Moleküle können kleinere Moleküle aufnehmen. So stellten die Forscher fest, dass in jedem zweiten fullerenartigen Molekül ein $[Cp^*Fe(\eta^5-P_5)]$ Molekül eingeschlossen ist.

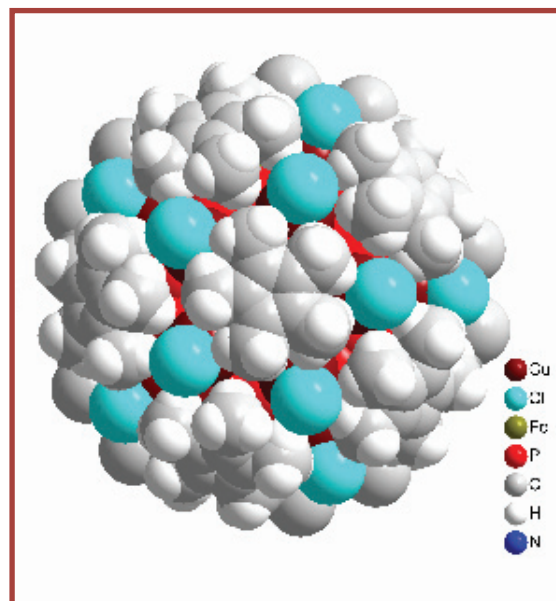
Ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes, auf zwei Jahre angelegtes Projekt unter Leitung von Professor Scheer mit dem Titel „Synthese und Aggregation neuer anorganischer fullerenartiger Nanocluster“ hat nun zum Ziel, weitere anorganische fullerenartige Nanomoleküle zu synthetisieren. Es geht vor allem darum, die anorganischen Strukturelemente, bestehend aus cyclo- P_5 - und sechsgliedrigen Cu_2P_4 -Ringen, an die Strukturmotive der Fullere wie C_{60} oder C_{70} und auch von Nanoröhren anzupassen, um diese zu umhüllen und einzuschließen, und die Eigenschaften der entstehenden Einschlussverbindungen

zu untersuchen. Außerdem sollen die fullerenartigen Moleküle in ein- zwei- und dreidimensionalen Aggregaten zusammengelagert werden. Durch Funktionalisieren sollen die Nanomoleküle auf Oberflächen definiert angebunden und die optischen Eigenschaften, etwa Photolumineszenz oder Fluoreszenz, und die elektronischen Eigenschaften der gebildeten Aggregate studiert werden, um kollektive Eigenschaften zu erschließen.

Neben der Funktion „zeichnet Symmetrie die sphärischen Moleküle aus“, sagt Professor Scheer. Schon immer haben die Menschen Schönheit mit Symmetrie assoziiert. Symmetrische Strukturen üben auch auf Wissenschaftler eine besondere Faszination aus. Beispielhaft für die Schönheit der Symmetrie ist das Fullerenmolekül C_{60} . Es besitzt Ikosaedersymmetrie, die höchste für Moleküle mögliche Symmetrie. Das von Bai, Virovets und Scheer synthetisierte Molekül $[\{Cp^*Fe(\eta^5-P_5)\}_{12}\{CuCl\}_{10}\{Cu_2Cl_3\}_5\{Cu(CH_3CN)_2\}_5]$ kommt diesem Ideal trotz seines komplizierten Aufbaus ziemlich nahe: Es enthält die 20 Sechsecke und zwölf Fünfecke, die sonst das Fußballmolekül kennzeichnen.

Dr. Sibylle Orgeldinger/Unikath

Das unter Leitung von Prof. Scheer entwickelte fullerenartige Molekül aus anorganischen Elementen ist dreimal so groß wie das Standard- C_{60} -Fußballmolekül (Abb.: Scheer; siehe auch das Titelbild).



Laserdiagnostisches Verfahren zur Messung im Nanobereich Wie lassen sich Rußpartikelemissionen vermeiden?

Um Nanopartikel gezielt einsetzen zu können, sind neue Messtechniken erforderlich. Eine Lösung dafür sind laserdiagnostische Verfahren, die das Institut für Chemische Technik der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt. Untersuchen lassen sich damit beispielsweise die Bildung und Oxidation von nanoskaligen Rußpartikeln. Das sind auch Schritte auf dem Weg, Partikelemissionen von Dieselmotoren zu verhindern. Details dazu veröffentlichte jetzt das Unimagazin „Unikath“.

Als Nanopartikel werden Teilchen bezeichnet, deren Durchmesser kleiner als etwa 100 Nanometer sind. Aufgrund ihrer kleinen Abmessungen besitzen diese Teilchen sehr große Oberflächen-Volumen-Verhältnisse. Daraus resultieren völlig neue physikalische und chemische Eigenschaften der Nanopartikel im Vergleich zum entsprechenden makroskopischen Feststoff – sowie

ein vielfältiger Einsatzbereich: in Katalysatoren, in Batterien und bei der Speicherung von Gasen.

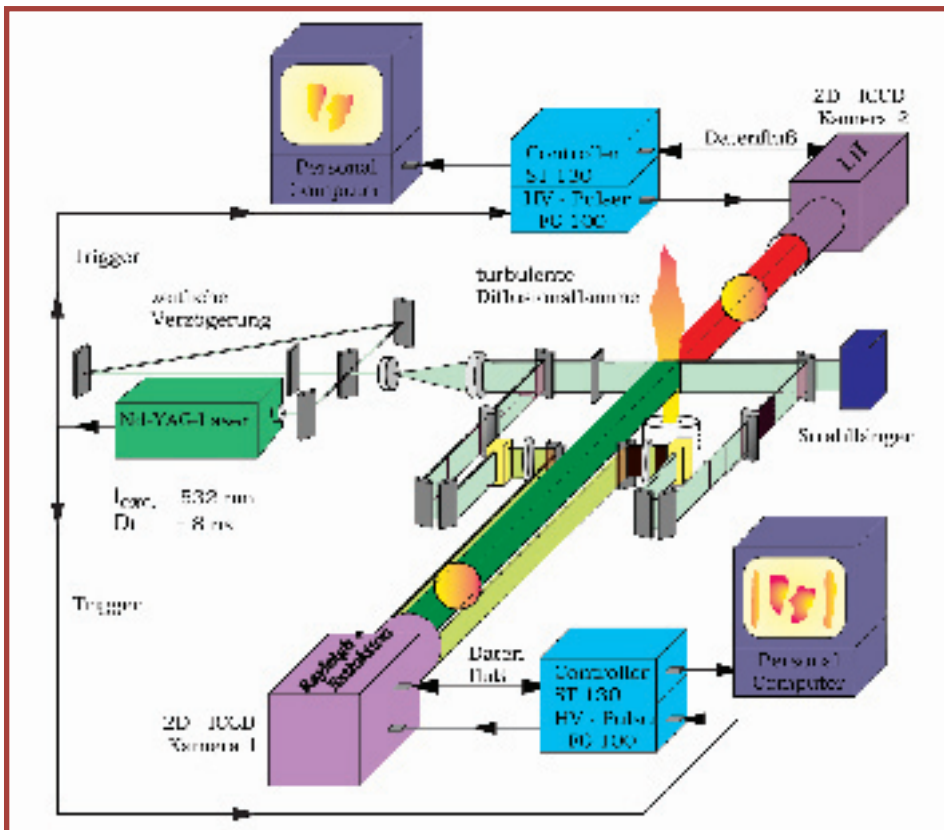
Nanoteilchen haben eine Reihe bemerkenswerter Eigenschaften: Mit abnehmender Größe der Partikel ändern sich die Atomabstände im Kristallgitter der Teilchen - dies führt dazu, dass die Schmelz- und Siedepunkte sinken. Die Dehnbarkeit und Sinterfähigkeit nehmen zu, sodass neue Hochleistungsverbundwerkstoffe hergestellt werden können, indem thermisch extrem belastete metallische Bauteilen, zum Beispiel Turbinenschaufeln, beschichtet werden. Weiterhin lassen sich durch die Größenabhängigkeit der physikalischen Eigenschaften der Teilchen ganz gezielt Lichtquellen mit unterschiedlichen Farben herstellen.

Ferner ist das Streuverhalten dieser Partikel von der Größe der Teilchen abhängig, sodass sich neuartige Pigmente, zum Beispiel Perlglanzpigmente, herstellen lassen,

die für Farben und Lacke oder im Kosmetikbereich breite Anwendungen finden. Nanoskalige Rußpartikel finden für Drucker und Kopierer ebenfalls als Pigment breite Verwendung. Haupteinsatzbereich von Rußpartikeln ist jedoch die Reifenindustrie, die sie als Füllstoff benötigt. Für die Computerindustrie wiederum ist es wichtig, dass Nanopartikel aus magnetischen Materialien Schreib- und Leseköpfe oder Speichermedien hoher Dichte möglich machen. Nanopartikel eröffnen darüber hinaus im Pharmaziebereich neue Perspektiven, so gelingen mit Beschichtungen neuartige Medikamente, die ganz gezielt medizinische Wirkstoffe über einen langen Zeitraum in bestimmten Dosen freisetzen. Es verwundert daher nicht, dass die gezielte Herstellung, die Charakterisierung und die Verwendung von nanoskaligen Teilchen als eine der bedeutendsten Zukunftstechnologien dieses Jahrhunderts angesehen wird.

Wissenschaftler am Institut für Chemische Technik untersuchen unter Leitung von Professor Dr. Henning Bockhorn mit Hilfe laserdiagnostischer Verfahren unter anderem die Bildung und Oxidation von nanoskaligen Rußpartikeln. Rußpartikel stellen ein großtechnisches Industrieprodukt, aber auch einen Schadstoff der unvollständigen Verbrennung dar. Ziel bei der Herstellung von Rußpartikeln ist es, je nach Einsatzbereich, Teilchen definierter Größe herzustellen. Dabei sollen nach Möglichkeit alle Teilchen ein und denselben Durchmesser besitzen – Abweichungen sind unerwünscht. Ruß wird dabei in Reaktoren hergestellt, in denen beispielsweise in einer Flamme gasförmige oder flüssige kohlenstoffhaltige Brennstoffe unter Luft- oder Sauerstoffmangel thermisch zersetzt werden. Ruß als Schadstoff der unvollständigen Verbrennung wird hingegen insbesondere von Dieselmotoren ausgestoßen. Der Ruß entsteht dabei im Brennraum

Mit der Messtechnik RAYLIX lässt sich zum Beispiel die Anzahl der Teilchen pro Kubikzentimeter mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zweidimensional erfassen (Abbildungen: Inst.f.Chemische Technik, Uni Karlsruhe).



des Motors in unmittelbarer Umgebung des Dieseleinspritzstrahles. Zum Zeitpunkt der Einspritzung des Kraftstoffs herrscht in diesen Bereichen ein Mangel an Sauerstoff, der – wie im Rußreaktor – zur Bildung von Ruß führt. Dieser wird dann aber im weiteren Verlauf der Verbrennung im Dieselmotor mehr oder weniger vollständig oxidiert. Nur etwa 0,1 Prozent der ursprünglich entstandenen Rußmenge wird mit dem Abgas emittiert.

Ziel der Forschung am Institut für Chemische Technik ist es, Modelle zu erstellen, um die Bildung und Oxidation von Ruß mathematisch zu beschreiben. Mit dem damit gewonnenen Verständnis der physikalisch-chemischen Prozesse, die bei der Bildung von Ruß von Bedeutung sind, so Professor Bockhorn, „können Rußpartikel mit definierter Eigenschaft ganz gezielt hergestellt und die Emission von Ruß aus Dieselmotoren verhindert werden.“ Zeit- und insbesondere kostenintensive „trial and error-Verfahren“, die mehr oder weniger auf empirischem Wissen basieren, würden somit entfallen.

Um die genannten Modelle erstellen und deren Gültigkeit überprüfen zu können, müssen die Wissenschaftler experimentelle Daten ermitteln, die dann mit den entsprechenden von den Modellen vorhergesagten Werten verglichen werden müssen. Wichtige Größen für diesen Vergleich sind der Rußvolumenbruch – Anteil der Rußmenge am Raumvolumen –, der Teilchenradius und die Teilchenzahldichte (die Anzahl der Teilchen pro Kubikzentimeter).

Die Forscher am Institut für Chemische Technik haben eine Messtechnik entwickelt, mit der sie diese Größen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zweidimensional erfassen können: RAYLIX. Sie basiert auf der simultanen Erfassung unterschiedlicher Wechselwirkungen eines Laserstrahls von doppelter Frequenz mit den Rußpartikeln: der Rayleigh-Streuung und der Laserinduzierten Inkandescenz LII in Verbindung mit der integralen Extinktion. Die Rayleigh-Streuung stellt einen elastischen Streuprozess des Laserlichtes mit den Partikeln dar, wohingegen

die LII auf der Aufheizung der Rußpartikel und der damit verbundenen thermischen Strahlung basiert. Die Extinktion ist ein Maß für die Absorption des Laserlichtes beim Durchtritt durch eine Rußwolke.

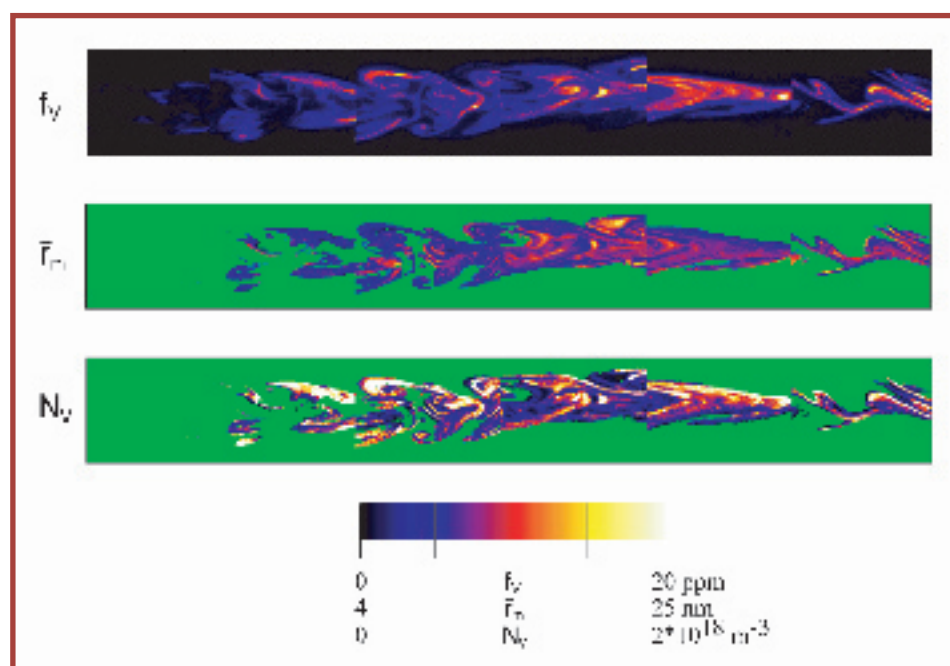
Die Messsignale werden von zwei CCD-Kameras mit vorgeschaltetem Bildverstärker zweidimensional aufgenommen. Die Extinktion sowie das LII-Signal sind ein Maß für den Rußvolumenbruch und die Konzentration der Rußpartikel. Aufgrund der unterschiedlichen Abhängigkeit der Rayleigh-Streuung und der LII vom Partikelradius, können die Wissenschaftler neben den zweidimensionalen Feldern der Rußkonzentration mit der Division beider Messsignale auch zweidimensionale Felder für den Teilchenradius sowie die Teilchenzahldichte ermitteln. Die Signale nehmen sie in einem Zeitraum von etwa 100 Nanosekunden (1 Nanosekunde = 1 Milliardstel Sekunde), sodass die genannten Größen selbst in hochturbulenten Systemen ermittelt werden können. Die Bewegung der Rußpartikel im turbulenten Strömungsfeld ist innerhalb des Messzeitraumes wie im Stroboskop eingefroren.

Neben der RAYLIX-Messtechnik haben die Wissenschaftler zwischenzeitlich eine weitere Messtechnik entwickelt, mit deren Hilfe sie neben den mittleren Radien auch

Informationen über die Teilchengrößenverteilung gewinnen können. Das Messprinzip basiert darauf, dass große Partikel und/oder breite Partikelgrößenverteilungen einen langsameren LII-Signalabfall aufweisen als kleine Partikel oder schmale Verteilungen. Der Grund: Die Wärmeenergie der Teilchen ist in ihrem Volumen gespeichert, wohingegen die Energieabgabe der Partikel an der Oberfläche über Verdampfungs- und Wärmeleitungsprozesse erfolgt. „Mit der neuen Messtechnik können wir den zeitlichen Verlauf des LII-Signals simultan bei zwei verschiedenen Wellenlängen detektieren“, sagt Professor Bockhorn. Aus diesen beiden LII-Signalen lässt sich die Temperatur der Partikel nach der Aufheizung durch den Laser ermitteln. Mit Hilfe eines mathematischen Modells für die Wärmeabgabe der Partikel können hieraus Aussagen über die Größenverteilung der Nanopartikel gewonnen werden.

Diese Informationen sind von großer Bedeutung bei der Herstellung von Nanopartikeln: Mit der Kenntnis der gemessenen Größenverteilung können die Wissenschaftler unter Zuhilfenahme der Modelle, welche die Bildung der Nanopartikel beschreiben, die Prozessparameter ganz gezielt einstellen, sodass Partikel mit den „Wunschabmessungen“ hergestellt werden können.

Mit der RAYLIX-Technik können exemplarisch für eine turbulente Diffusionsflamme zweidimensionale Felder der Rußvolumenbrüche, der Teilchenzahldichte und der mittleren Teilchenradien ermittelt werden. Diese Abbildung zeigt, wie in einer Falschfarbendarstellung bestimmte Farben bestimmte Werte anzeigen. Die Flamme ist etwa 300 mm hoch, wobei der Höhenbereich von 40 Millimetern (ganz links) bis 215 Millimetern (ganz rechts) dargestellt ist.



Proteine, Gene und Hormone (2)

Forscher aus Deutschland, den USA, Australien, Italien und Grossbritannien haben die molekulare Ursache für die seltene Arterienverkalkung bei Babies entdeckt. Diese Kinder kommen bereits mit Arterienverkalkung zur Welt und haben nur eine sehr geringe Lebenserwartung. Sie haben eine Genmutation, die die Bildung des Enzyms verhindert, das die Kalkablagerung in Gefäßwänden unterbindet. Die Krankheit wird rezessiv vererbt. Das Ergebnis dieser Forschungen erlaubt jetzt eine gezielte humangenetische Beratung sowie einen vorgeburtlichen Gentest für diese Erkrankung.

Eine Immuntherapie für Kinder mit behandlungsresistenter Leukämie wurde am Universitätsklinikum Münster entwickelt. Dabei werden in Spender-Abwehrzellen zwei spezielle Gene eingeschleust, die Leukämiezellen anhand bestimmter Oberflächenmerkmale erkennen und das Signal empfangen können, sie zu vernichten. Nach der gentechnischen Veränderung der Spender-Zellen werden diese dem leukämiekranken Kind über die Vene transfundiert.

Verbesserte Chemotherapie bei Virus-Infektionen und Krebs durch massgeschneiderte Enzyme. Wissenschaftler des Max-Planck-Institutes für biophysikalische Chemie in Göttingen und der University of Illinois, U.S.A., haben die Struktur und die katalytischen Eigenschaften der Deoxycytidinkinase (dCK) aufgeklärt, die bei der Aktivierung medizinisch relevanter Verbindungen, der Pro-Drugs, von essentieller Bedeutung ist. Das eröffnet neue Möglichkeiten, massgeschneiderte Varianten dieses Enzyms zu erzeugen, die die herkömmlichen Pro-Drugs selektiver und effizienter aktivieren können.

Das Enzym Cyclooxygenase-2 (COX-2), das an der Schmerzentstehung und am Wachstum von Tumoren, unter anderem durch Anregung der Gefäßbildung beteiligt ist, kann als Prognosefaktor für Brustkrebs verwendet werden. Forscher der Charite in Berlin zeigten, dass die Konzentration des Enzyms im Tumorgeewebe starke Hinweise auf den Grad der Bösartigkeit gibt, und damit auch auf die symptomfreie Zeitspanne oder die Gesamtüberlebenszeit. Da die Funktion des COX-2 durch nicht-steroidale Schmerzmittel gebremst werden kann, hat dieses Enzym vielleicht auch eine therapeutische Bedeutung.

Die Universität Heidelberg entwickelt einen Impfstoff, der Patienten mit Multiplen Myelom möglicherweise die belastende Chemotherapie und Bestrahlung oder eine Stammzelltransplantation ersparen kann. Aus Myelom-Zellen des Patienten werden die Hitzeschockproteine gp96 gewonnen, die anschließend als Impfstoff wieder verabreicht werden. Die Impfung soll Killer-Lymphozyten stimulieren. Verstärkt wird die Impfstoff-Wirkung durch die gleichzeitige Gabe Patienteneigener dendritischer Zellen aus Monozyten.

Neue intermetallische Verbindung

„Zerbrechende Elektronen“

Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Chemische Physik fester Stoffe in Dresden haben jetzt eine neuartige intermetallische Verbindung $\text{YbRh}_2(\text{Si}_{0.95}\text{Ge}_{0.05})_2$ hergestellt, die bei Annäherung an den quantenkritischen Punkt ein völlig „exotisches Verhalten“ zeigt: Die Elektronen bewegen sich immer langsamer, werden also immer schwerer und kollidieren mit immer größerer Wahrscheinlichkeit untereinander.

Zugleich nimmt ihre Masse bei Annäherung an den quantenkritischen Punkt kontinuierlich zu, so dass sie am absoluten Nullpunkt unendlich groß sein würde. Dieses Verhalten läßt aus Sicht der Forscher darauf schließen, daß die „Schweren Elektronen“ am absoluten Nullpunkt offenbar in zwei Komponenten auseinanderbrechen (Nature, 31. Juli 2003). Dieses überraschende Ergebnis ist von grundlegender Bedeutung

für ein besseres Verständnis heute bekannter Substanzklassen, zu denen auch die Hochtemperatur-Kupratsupraleiter gehören, die ein enormes technologisches Potenzial besitzen.

Die mehrfach überprüften Befunde lassen sich mit bisherigen Theorien nicht mehr vereinbaren. Danach sollte die Existenz der „Schweren Elektronen“ am quantenkritischen Punkt nicht berührt sein. Die Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass bei Annäherung an den quantenkritischen Punkt die Quantenfluktuationen zu einer divergierenden (unendlich wachsenden) Masse der „Schweren Elektronen“ und einem enormen Anstieg der Rate ihrer gegenseitigen Kollisionen führen. Daraus folgern die Forscher, dass die „Schweren Elektronen“ in diesen Materialien am absoluten Nullpunkt nicht mehr existieren können und offenbar in einen magnetischen und einen stromtragenden Anteil auseinanderbrechen.

Anwendertreffen: „Plasmaspektrometrie“ 2004

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS), Dortmund, und dem Deutschen Arbeitskreis für Angewandte Spektroskopie (DASp) findet am 16. und 17. Februar 2004 an der Universität Hamburg ein Treffen zum Thema „Atomspektrometrie mit Plasmen (ICP-OES, ICP-MS, Mikrowellenplasmen)“ statt. Das Treffen beginnt am 16. Februar mit Workshops der verschiedenen Hersteller. Am 17. Februar findet die Vortragsreihe des Anwendertreffens im Chemiegebäude der Universität Hamburg statt. Um zehn Uhr wird mit dem Übersichtsvortrag „Atomspektrometrie mit Plasmen“ begonnen, und es wird ein Bericht zur „2004 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry“, die vom 5. bis 10. Januar 2004 in Fort Lauderdale (U.S.A.) stattfinden wird, präsentiert. Danach finden angemeldete Kurzvorträge statt. Beim Treffen soll über neue Ergebnisse aus der analytischen Forschung mit Plasmen, neue Anwendungen der Plasmaspektrometrie und über neue Geräte für die Plasmaspektrometrie in Form von Kurzvorträgen berichtet werden. Dabei sind sowohl Forscher, Hersteller von Geräten für die Plasmaspektrometrie und Anwender der Plasmaspektrometrie aus verschiedenen Bereichen der Forschungsinstitute und der Industrie zu Vorträgen und zur Teilnahme an dem Treffen eingeladen. Um Anmeldung von Vorträgen (Titel und bis zu 100 Worte Abstracts) per E-mail bis zum 31. Dezember 2003 wird gebeten an: jose.broekaert@chemie.uni-hamburg.de oder jakubowski@isas-dortmund.de.

Neue Broschüren, CDs, WWWs

Umweltfreundlich und gesund ins Schul-

jahr Einfach selber handeln – das ist das Motto von Clemens Clever, dem pffiffigen Umweltmaskottchen. Das gilt auch für das kommende Schuljahr. In der Broschüre „Das könnt Ihr für die Umwelt tun! – Clever durch alle Klassen“ von **Bund, Karstadt** und **Umweltbundesamt** zeigt der kleine Igel, wie die Kinder umweltfreundlich, gesund und sicher das neue Schuljahr beginnen können. Auf acht Seiten erklärt er Eltern und Kinder, was sie beim Kauf von Schulmaterialien für die Umwelt tun können. Dazu gibt er Tipps zum sicheren Schulweg, zum gesunden Pausenbrot und zum Schulranzen. Die kostenlose Broschüre gibt es in allen Karstadt-, Hertie- und Wertheim-Filialen. Sie kann auch bestellt werden im Internet www.umweltbundesamt.de

Für sicherheitsbezogene Teile von Maschinensteuerungen

Die neue 18-seitige Broschüre über „Sicherheits-Relais-Bausteine“ vermittelt einen Überblick über die vielfältigen Lösungen, die die **Schmersal-Gruppe** auf diesem Gebiet anbietet. Unterteilt nach verschiedenen Auswahl Gesichtspunkten wird das aktuelle Lieferprogramm dargestellt, das zum einen aus einer neuen Generation multifunktionaler Sicherheits-Relais-Bausteine besteht, zum anderen aus einer Reihe einzelner Lieferausführungen, die sich durch spezielle schaltungstechnische und/oder konstruktive Merkmale für bestimmte Einsatz- und Anwendungsbedingungen besonders hervorgehoben lassen. Die neue Broschüre kann bei Elan, Wetzlar (e-mail: info@elan.schmersal.de) kostenlos angefordert werden.



gas aktuell Der Industriegashersteller **Messer** Griesheim gibt zweimal jährlich die Kundenzeitschrift **gas aktuell** heraus. Im Juni ist die Ausgabe 65 im neuen Layout erschienen. Sie bietet auf 40 Seiten Wissenswertes über Anwendungen, Dienstleistungen und Problemlösungen von und mit Industriegasen sowie Nachrichten aus dem Unternehmen. Das Heft kann kostenlos unter Tel.: 02151 3799116 oder im Internet unter www.messergroup.com im Bereich Public Relations/Infothek/Kundenmagazine angefordert werden.

Kroschke-Katalog Der neue Katalog mit stark erweitertem Produktprogramm im Arbeitsschutzbereich ist jetzt bei **Kroschke** verfügbar und zeigt Schutzbrillen, Voss-Sicherheitshelme, Hautschutzprodukte von Lindesa und Greven, Betriebs-schilder, Verbandmaterialien und Spezialpflaster, Namen- und Ausweisschilder. Den kostenlosen Katalog kann unter Tel.: 0531 318318 oder per e-mail unter vertrieb@kroschke.com oder im Internet unter www.kroschke.com angefordert werden.



TERMINE

7.10.2003

Intensiver Wissenstransfer

Praxisseminar von Shimadzu zu „Fast GC/GCMS“ in Duisburg

Tel.: 0203 76870; www.shimadzu.de

9. – 10.10.2003

LIMS in der Pharma- und Chemieindustrie

Fachkonferenz des Pharmaceutical Training Institute in Mannheim

Tel.: 06196 585131; www.pti-aktuell.de

14. – 15.10.2003

Molekularbiologische Methoden in der Lebensmittelanalytik

Kurs des Forschungszentrum Karlsruhe in Eggenstein-Leopoldshafen

Tel.: 07247 824045; <http://fortbildung.fzk.de>

29. – 30.10.2003

Hartbarkeit in Chemie, Pharmazie und Analytik – Stabilitätsprüfungen

Seminar von isomehr GmbH in Weinheim

Tel.: 0681 9762744; www.isomehr.com

6. – 7.11.2003

Prüfmittelmanagement

und

12. – 14.11.2003

Statistische Verfahren in der Versuchsmethodik

Seminare von VDI-Wissensforum GmbH in Stuttgart

Tel.: 0211 6214201;

www.vdi-wissensforum.de

10. – 14.11.2003

Kapillar-Gaschromatographie

GDCh-Fortgeschrittenenkurs an der Universität Leipzig Institut für Analytische Chemie

Tel.: 0341 9736101

11.11.2003

Explosionsschutz

Seminar der Jumo GmbH in

Darmstadt-Arheilgen

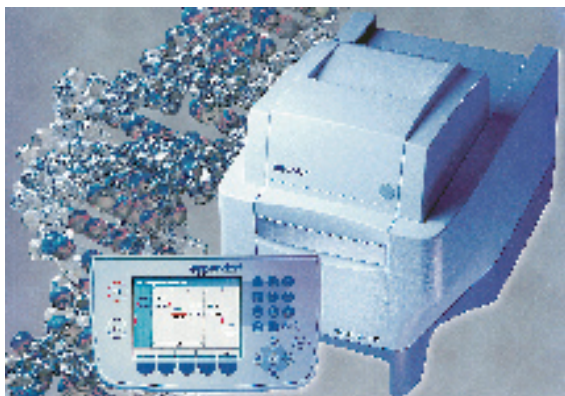
Tel.: 0661 6003396; www.jumo.net/seminare

8. – 9.12.2003

SOL-GEL-Verfahren in der modernen Beschichtungstechnik

Veranstaltung des OTTI Technik-Colleg in Regensburg

Tel.: 0941 2968820; www.otti.de



Mastercycler ep

Das neue System Mastercycler ep von Eppendorf ist eine Familie von Thermocyclern, die in einem flexiblen Konzept optimale Anforderungen an die PCR vereint: höchste Geschwindigkeit und Präzision, einfache Programmierung und absolute Zuverlässigkeit.

Ein neuer Meilenstein für die Cycler im 96- oder 384er-Blockformat ist der schnelle Temperaturwechsel von bis zu 6 °C/s. Herkömmliche Protokolle können endlich in weniger als 1 Stunde abgearbeitet werden und Applikationen mit z. B. 30 Zyklen und kurzen Haltezeiten benötigen eine Laufzeit von nur 15 Minuten.

Als „Mini-Satelliten-System“, können bis zu fünf unterschiedliche Mastercycler ep über ein Control Panel gesteuert werden. Das spart Kosten, Platz und Programmierzeit. Mehr als 700 Programme sind bei einer Speicherkapazität von 16 MB auf dem Control Panel sichtbar.

Unendlich kann der Speicherplatz durch Multi-Media-Karten erweitert werden. Die Verwaltung unterschiedlicher Benutzer erfolgt in Anlehnung an den Windows Explorer. Mehr als 100 Speicherpfade können von den Benutzern definiert werden und erleichtern das Sortieren und Auffinden der eigenen Programme. Bei Bedarf können Sie Ihre Programme durch Passwörter von unerlaubter Nutzung oder Änderung schützen.

Eine einzigartige Besonderheit ist die neue Schließtechnik des

Heizdeckels. Eppendorf nennt sie ESP (Electronic Sample Protection). Sie optimiert die Wärmeübertragung vom Deckel zum Thermo-block und stellt damit sicher, dass sensible PCR-Systeme nicht unter einer Voraberwärmung leiden. Gleichzeitig werden unspezifische Reaktionen äußerst wirkungsvoll minimiert. Eine automatische Gefäßhöhenanpassung verbunden mit einer unabhängigen Berechnung des Anpressdrucks reduziert die Verdunstung effektiv.

Selbstverständlich ist das System Mastercycler ep autorisiert und lizenziert für die PCR und damit optimal für den Einsatz im modernen High Throughput Labor gerüstet.

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

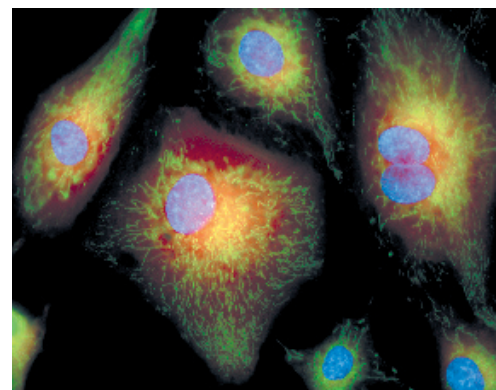
Neues CellTrace Calcein Rotorange-AM für Zytoplasmamarkierung

Molecular Probes hat ein neues CellTrace Calcein Rotorange-AM eingeführt, welches eine ideale Alternative zu grünfluoreszierendem Calcein AM für die zytoplasmamarkierung im langwelligen Bereich bietet. Mit Anregungs-/Emissionsmaxima von 577/595 nm ist das Fluoreszenzsignal von CellTrace Calcein Rotorange-AM klar von den Signalen von grünen Fluorophoren, als auch Calcein Blau AM differenzierbar.

Cell Trace Calcein Rotorange-AM ist ein zellpermeabler Farbstoff, der von lebenden Zellen mit intakten Plasmamembranen durch die Abspaltung des Acetoxy-Mathylesters (AM) gut zurückgehalten wird. Folglich ist dieser neue Farbstoff eine nützliche Alternative zu Calcein-AM bei der Untersuchung der Lebensfähigkeit von Zellen. Das fluoreszierende signal lässt sich

CLB-Mediadaten und
Links zu Firmenseiten:

www.clb.de



somit einfach in den Applikationen Flow-Zytometrie, Mikroskopie und Fluorometrie einsetzen.

Molecular Probes
2333 aa Leiden The Netherlands
Tel +31 71 523 68 50
Fax +31 71 523 34 19
www.probes.com

Neues KNF-Labor

Auf der Achema 2003 wurde eine neue Labor-Abteilung von KNF Neuberger präsentiert, einer der weltgrößten Pumpenhersteller.

Das Management reagiert somit einerseits auf die spezifischen Bedürfnisse der Wissenschaftler im Labor, und berücksichtigt andererseits auch die Wünsche seiner OEM-Kunden. Für beide Gruppen stehen nun spezialisierte Service-Teams bereit.

Zahlreiche Besucher und Vertreter der Industriepresse zeigten großes Interesse, und ließen sich persönlich informieren.



KNF Neuberger GmbH
79112 Freiburg

Tel 07664 5909 0, Fax 07664 5909 99, www.knf.com

Flammen- und Gasetektoren

Die Firma Icare verfügt über mehr als 50 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Gasetektoren und wird in Deutschland von der Firma cmc Instruments GmbH vertreten.

Icare fertigt kompakte Flammendetektoren, Catharometer (Gasetektoren nach dem Wärmeleitfähigkeitsprinzip) sowie detektoren zum Nachweis brennbarer und einer Vielzahl toxischer Gase speziell auch für den Ex-Bereich.

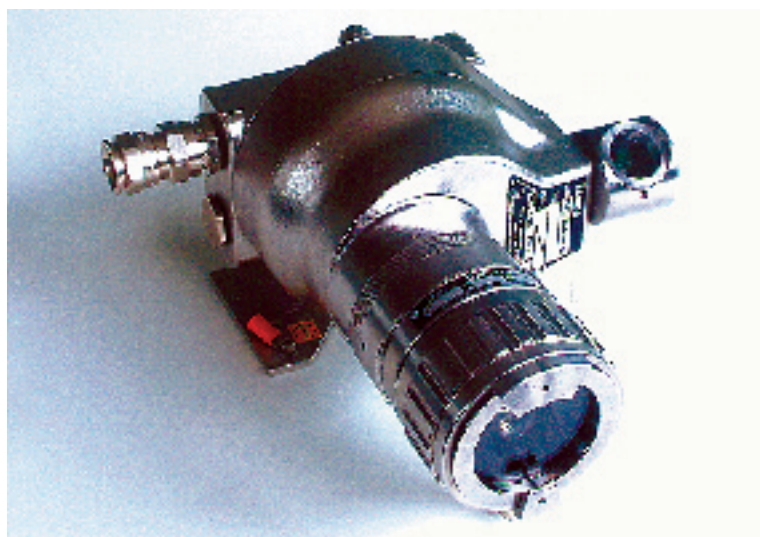
Icare ist Weltmarktführer von Sicherheitseinrichtungen in der petrochemischen Industrie.

So können mit einer Infrarot-Steuereinheit, zugelassen auch im Ex-Bereich, alle Parameter der Detektoren sowohl ausgelesen als auch verändert werden. Darüberhinaus ermöglicht die neueste Detektorgeneration nicht nur die Fernüberwachung der Detektoren, sondern mit Hilfe des neuen Syntel-Netzwerksystems auch die Kommunikation und Kontrolle der Detektoren untereinander über ein LAN (Local Area Network). Die ringförmige Vernetzung der Detektoren verringert die verdrahtungskosten erheblich, sämtliche jemals

formulierten Sicherheitsvorschriften werden weit übertroffen.

Die Spezialisten von Icare können das auf einem beliebigen Kontinent installierte Detektornetzwerk verschlüsselt über das Internet von ihrer Firmenzentrale aus kontrollieren und bei Bedarf sogar modifizieren.

CMC Instruments GmbH
65760 Eschborn
Tel 06173 320078
Fax 06173 65050
www.cmc-instruments.de



Flüssigkeitsevaporator Reine, schnelle PCR

Das Einlagern von Substanzen in 96er Mikroplatten ist ohne spezielle Apparaturen nicht möglich. Evaporationszentrifugen werden häufig eingesetzt, sie sind aber zu teuer und leider oft auch zu anfällig. MiniVap ist eine kostengünstige, leistungsfähige Alternative für alle 96er Mikroplattenformate.

Die Flüssigkeit in den Mikrotiterplatten wird durch einen temperierbaren Stickstoffstrom abgedampft. Der neue Probenlift passt den Abstand der Mikrotiterplatte während des Evaporationsvorganges dem sinkenden Flüssigkeitsstand an, dadurch wird der Evaporationsprozeß deutlich schneller als bisher.

MiniVap ist einfach zu bedienen und passt unter jeden Abzug. Eine 220V Steckdose und eine Stickstoffversorgung reichen aus. MiniVap erfüllt alle Sicherheitsanforderungen, verfügt über das CE-Zeichen.

Produkte von Porvair Science sind in Deutschland bei Zinsser Analytic GmbH erhältlich.

Zinsser Analytic GmbH
60489 Frankfurt
Tel 069 789 106 0
Fax 069 789 106 80
www.zinsser-analytic.com



Applied Biosystems hat eine hochgereinigte Version seiner AmpliTaq Gold DNA Polymerase entwickelt, um die PCR noch schneller und einfacher zu machen, und vor allem um bakterielle DNA-Verunreinigungen zu eliminieren.

AmpliTaQ Gold DNA Polymerase LD (low DNA) reduziert kontaminierende E. coli DNA. Strenge Qualitätskontrollen garantieren nicht mehr als 10 Kopien einer 16S ribosomalen RNA Gen-Sequenz in der Standard-Menge von fünf Einheiten. Dies minimiert die Wahrscheinlichkeit, dass DNA-Verunreinigungen amplifiziert werden.



Zusammen mit GeneAmp 10x Gold Buffer ist AmpliTaq Gold DNA Polymerase LD ein flexibles, optimiertes System für alle PCR Anwendungen, besonders dort, wo bakterielle Verunreinigungen kritisch sind.

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

Beschleunigte Proteom-Analyse

Mit dem neuen 4700 Proteomics Discovery System von Applied Biosystems wird der Prozess der Proteinidentifikation, der Expressionsanalyse und Protein-Charakterisierung beschleunigt.

Der Forscher kann ein identifiziertes Protein direkt online mit den relevanten biologischen Informationen und Anmerkungen des Celera Discovery System (CDS) verbinden, einschließlich Funktion, SNP sites, alternative splice-Formen und weitere genetische Daten.

Zusätzlich kann das System mit der Results Dependent Analysis (RDA) kombiniert werden.

So können aus komplexen Proben Proteine sehr niedriger Konzentration identifiziert werden. Beispielsweise können Forscher ICAT-Reagentien für die Expressionsanalyse einsetzen, dann die Proteine der Probe mit dem 4700 System analysieren, und schließlich

automatisch nur diejenigen Proteine zur MS/MS-Analyse weiterleiten, die unter- oder überexprimiert werden.

Das 4700 System ist das erste System, das die LC-MALDI Experimente bei der Proteom-Forschung vollständig unterstützt.

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



Mathematica 5

Pünktlich zum 15-jährigen Firmenjubiläum von Wolfram Research, Inc. erscheint Mathematica 5 im Bereich des Technical Computings. Die Software kann in industriety-pischen Anwendungen eingesetzt werden. Mit seinem Rechenkern, programmierbaren Schnittstellen und der Notebookumgebung bietet es vom Prototyping bis zur endgültigen Berechnung, vom Rechnen in parallelen Netzen bis zur Präsentation von Texten und Formeln auf Papier oder im Internet/Intranet mit HTML und MathML umfassende Funktionalität.

Zu den neuen Versionen von J/Link und MathLink, Mathematica's Standardschnittstelle zu Java und C/C++, kommt ein voll funktionsfähiger Technologiepreview, der .NET/LinkTM, hinzu. Dieser ermöglicht die Integration von Mathematica in Anwendungen, die Microsofts .NET Technologie einsetzen. Die Schlüsselmerkmale von Mathematica 5:

- Erhöhte Rechengeschwindigkeit durch prozessoroptimierte numerische lineare Algebra - in einigen Fällen 1000fach schneller als vorherige Mathematica-Versionen
- Vollständige Unterstützung von dünn besetzten Matrizen
- Neue Generation numerischer Lösungsalgorithmen zur Berechnung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen

- Neue Algorithmen zur symbolischen Lösung von Gleichungen und Ungleichungen mit komplexen Zahlen, Fließkommazahlen und Ganzzahlen
- Voll integrierte Algorithmen für die Lösung von Differenzial-Algebraischen-Gleichungssystemen
- Neue hocheffiziente Algorithmen zur Optimierung und linearen Programmierung
- Umfassende Unterstützung der Vektor- und Arrayfunktionalität in numerischen Solvern
- Verbesserte Lösungsalgorithmen für Rekurrenzgleichungen
- Definition des Bereiches von Variablen bei symbolischen Berechnungen
- Neue Programmierschnittstelle.N ET/Link zur vollen Integration von Mathematica in Microsoft's .NET Technologie
- Erhebliche Geschwindigkeitssteigerung in den Standardschnittstellen J/Link und MathLink
- Flexibler Import und Export der DICOM, PNG, SVG, MPS-Formate und von dünn besetzten Matrizen
- Export der Notebooks als XHTML-Dokument mit CSS (Cascading Stylesheets)
- Neues Tutorial mit Quick-Start
- Optimierte Versionen für 64bit-Betriebssysteme verfügbar

Additive – Soft- und Hardware für Technik und Wissenschaft GmbH
61381 Friedrichsdorf
Tel 06172 5905 0, Fax 06172 77613
www.additive-net.de

Schnelles und robustes Massenspektrometer



Das CVUA Sigmaringen benutzt seit kurzem für die Nahrungsmittel-Überwachung das neue API 4000 LC-MS/MS System von Applied Biosystems.

Dr. J. Buhlert, Leiter der HPLC und LC-MS/MS Laboratorien, erklärt:

„Wir testen Nahrungsmittel, Wasser und Umweltproben. Nachdem unser erstes LC-MS/MS Gerät für das steigende Probenaufkommen nicht mehr ausreichte, suchten wir ein weiteres, robustes und doch hochsensitives Instrument. Mit dem API 4000 kann man schnell zwischen dem ESI- und APCI-Modus wechseln. Polare Substanzen können viel einfacher, ohne aufwändige Vorreinigungsschritte untersucht werden. Jetzt können auch zuverlässig die Acrylamid-Konzentrationen im Trinkwasser bis hinunter zu 0,01 Mikrogramm pro Liter bestimmt werden. Dies wird durch die hohe Verdampfungskapazität der Ionenquelle erreicht, sogar bei hohem LC-Fluss im ESI-Modus. Darüberhinaus ist der Kundenservice von Applied Biosystems ausgezeichnet.“

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



Ion trap MS

Applied Biosystems präsentiert zusammen mit seinem Partner MDS SCIEX das 4000 Q Trap LC/MS/MS System für die Analyse von Proteinen und kleinen Molekülen mit der Ion trap-Technik.

Das neue System ist bis zu zehn Mal sensitiver als herkömmliche Ion trap-Systeme, und bietet Verbesserungen beim Arbeitsablauf und in der Datenqualität.

Es eignet sich für qualitative und quantitative Messungen von komplexen klinischen Probenmaterial. Im Proteom-Labor kann man damit schnell post-translationale Modifikationen von biologischen Proben in einem einzigen LC/MS/MS-Durchgang messen.

Bei der Arzneimittelentwicklung kann das System in einem einzigen Experiment zahlreiche Metaboliten in niedriger Konzentration identifizieren und quantifizieren.

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



Komplett-Service und Präzisions-pH-Meter

Mit „Komplett-Service“ erweitert die Deutsche Metrohm ihr Dienstleistungsangebot. Bisher standen dem Kunden Wartungs-Service und Reparatur-Service zur Auswahl. „Komplett-Service“ ist eine Kombination aus diesen beiden Dienstleistungsangeboten zu einem Festpreis. „Komplett-Service“ garantiert ein Maximum an Systemverfügbarkeit bei fixen Betriebskosten. Die Budgetsicherheit ist damit gewährleistet.

Schließt der Kunde den Vertrag innerhalb eines Jahres nach Gerätekauf ab, so ist „Komplett-Service“ im Folgejahr kostenfrei. Er beinhaltet Arbeitszeit bei Reparaturen; Fahrtkosten (Fahrzeit und -strecke); eingesetzte Ersatzteile; Gerätewartung 1 x jährlich (mit oder ohne Kalibrierung); Dokumentation aller Serviceaktivitäten; Terminüberwachung der Wartung durch Metrohm; Reaktionszeit bei Reparaturen innerhalb 48 Stunden; Updates der Geräte-Firmware im Rahmen des Wartungsbesuchs; Abwicklung auf Vertragsbasis; flexibles Hinzufügen und Herausnehmen von einzelnen Geräten bei einem bestehenden Vertrag.

Eingesetztes Zubehör wie Trennsäulen und Elektroden deckt „Komplett-Service“ nicht ab. Diese Teile werden nach der jeweils gültigen Zubehörpreisliste berechnet. Verfügbar ist das neue Dienstleistungspaket ab Oktober 2003 für alle aktuellen Metrohm-Laborgeräte.

Das Präzisions-pH-Meter 780

hat eine Auflösung von

- 0,001 für pH,
- 0.1 °C für Temperaturen
- 0.1 mV für Spannungen.

Es verfügt über einen hochohmigen Eingang für pH-, Redox-, und ionenselektive Elektroden sowie einen Anschluss für Pt-1000-

oder NTC-Temperaturfühler. Einpunkt- oder Mehrpunkt-Kalibrierungen mit automatischer Temperaturkompensation und automatischer Puffererkennung sind einfach durchführbar. pH-Wert und aktuelle Temperatur der Probe werden gleichzeitig angezeigt; die Auflösung der pH-Anzeige ist wählbar.

Zu den weiteren Features zählt beispielsweise ein pH-Elektroden-Test, wahlweise für Standard-pH-Elektroden, gelgefüllte oder solche für nichtwässrige Medien. Das neue pH-Meter 780 ermittelt und protokolliert das Einstellverhalten und druckt die entsprechende Grafik aus. Prüfinstanzen können sich so jederzeit über die Verfassung des verwendeten Sensors orientieren.

Deutsche Metrohm GmbH & Co. KG
In den Birken 3, 70794 Filderstadt
Tel 0711 770880, Fax 0711 7708855
www.metrohm.de



CLB-Mediadaten und
Links zu Firmenseiten:

www.clb.de

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARÄOMETER

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

ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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

BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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

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

DEUTERIUMLAMPEN

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

DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

DOSIERPUMPEN

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



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



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

HOHLKATHODENLAMPEN

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

KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



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



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

KÜVETTEN

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

LABORCHEMIKALIEN

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

LABOREINRICHTUNGEN

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

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

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

LABORHILFSMITTEL

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

LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



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



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



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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



Labor- und Routine-
Mikroskope
Stereolupen und
Stereomikroskope

Kehl am Rhein
Postfach 1163, D-77694 Kehl
Tel. 07851 9129-0
Fax 07851 9129-99

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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

PH/REDOX-ISE-MESSUNG

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

PH-MESSGERÄTE

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

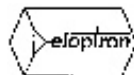


HANNA Instruments
Deutschland GmbH
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6
D-77694 Kehl am Rhein
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

PHOTOMETR. WASSERANALYSE GERÄTE UND TESTSÄTZE

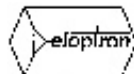
WTW, Weilheim
Tel. 0881 183-0, Fax 0881 62539

POLARIMETER



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

REFRAKTOMETER



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

REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS



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

SAUERSTOFF-MESSGERÄTE



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

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

STERILISATOREN

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

TEMPERATUR-MESSGERÄTE

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



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

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

THERMOMETER

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



TIEFSTTEMPERATURMESSUNG

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

VAKUUMKONZENTRATOREN

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

WASSERDESTILLIERAPPARATE



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

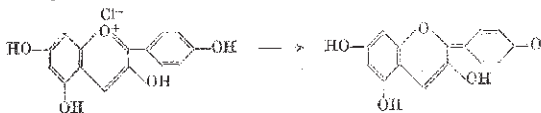
Große
Anzeigen zu
teuer? Hier
kostet ein
Eintrag nur
4,50 Euro
pro Zeile,
ein Milli-
meter pro
Spalte 2,25
Euro!

entsprechenden Anthocyane überführen. Auf die Bestimmung der Zucker sei hier nicht eingegangen; es sei lediglich bemerkt, daß hier wiederum die Papierchromatographie gute Dienste leistet.

Die Bestimmung eines Anthocyanidins ist verhältnismäßig einfach. Eine Reihe von Tests gestattet bereits aufschlußreiche Aussagen, z. B. die Lösungsseigenschaften: das Volumen Benzol, das erforderlich ist, um ein Anthocyanidin in einem bestimmten Volumen *n*-Amylalkohol in wenig 1%ige Salzsäure zu verdrängen, ist charakteristisch. Man nimmt z. B. 1 ml der konz. Lösung des Farbstoffes in *n*-Amylalkohol, dazu wenig 1% Salzsäure, und fügt nun mit einer Pipette vorsichtig Benzol hinzu und schüttelt nach jeder Zugabe. Man wiederholt die Operation, bis die organische Phase entfärbt ist. Auch der Oxydationstest ist ein Charakteristikum: man benützt die 1%ige salzsaure Phase des eben beschriebenen Versuchs, füllt vorsichtig mit 1% Salzsäure auf 1 ml auf, gibt 0,5 ml 10%ige Natronlauge hinzu und schüttelt kräftig durch. So wird z. B. Delphinidin fast augenblicklich zerstört, während Pelargonidin beständig ist. In Spezialwerken finden sich ausführliche Tabellen für solche Tests.

Der R_F -Wert ist ebenfalls charakteristisch; zahlreiche R_F -Tabellen für die verschiedensten Lösungsmittel sind veröffentlicht; die Kenntnis der Relativlage der Farbstoffe zueinander ist von großer Bedeutung. (Ganz allgemein sind die absoluten R_F -Werte schwer reproduzierbar). Einige Anthocyane, z. B. Cyanidin, sind im Handel erhältlich und gestatten die Herstellung von Leitchromatogrammen. Gleiches gilt übrigens auch für Flavone; hier sind z. B. Rutin, Quercetin und Morin Handelsprodukte.

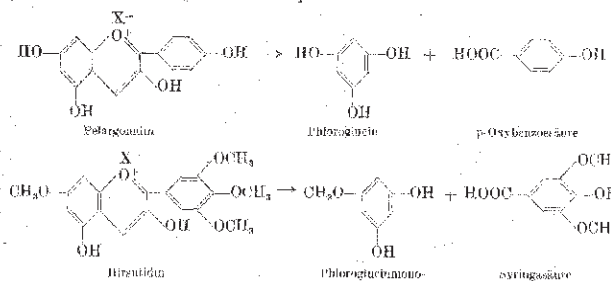
Wichtig ist die Kenntnis der Konstitution des Seitenringes. Auch hier lassen sich durch einfache Tests weitgehende Aussagen gewinnen. So schließt z. B. die rote Farbe eines Anthocyanins nach blau um, wenn man die alkoholische Lösung mit Natriumacetatlösung schüttelt und der Farbstoff in der Lage ist, chinoider Konfiguration anzunehmen. Dies ist nur dann der Fall, wenn sich in 4'-Stellung eine freie OH-Gruppe befindet:



Ferner vermögen die Farbstoffe, die zwei benachbarte OH-Gruppen besitzen, mit Eisen-III-chlorid blaue Komplexe zu bilden. Kombiniert man beide Tests, so kann man also schon recht weitgehende Aussagen machen. Diese Tests kann man natürlich auch auf die Reduktionsprodukte der Flavone anwenden, jedoch muß die Reduktion sehr sorgfältig ausgeführt werden, sonst können infolge Komplexbildung Fehlschlüsse gezogen werden; diese Komplexe sind schmutzig-

blau.⁴⁾ Man reduziert am besten in kleinen starkwandigen Reagensgläsern, die im Eisbad stehen, und arbeitet in wäßrig-methanolischer Lösung. Man hat zuvor wenig Magnesiumstaub in die Gläser eingeführt und gibt die konz. Salzsäure tropfenweise zur Lösung hinzu. Nach jeder Säurezugabe werden die Gläsern mit Korkstöpseln gut geschlossen.

Solche Tests lassen also schon recht weitgehende Aussagen zu über die Konstitution des gesuchten Farbstoffes. Letzte Entscheidung kann natürlich nur durch vollständigen Abbau des Moleküls getroffen werden. Im stark alkalischen Medium lassen sich Anthocyane in eine Phenolcarbonsäure und Phloroglucin bzw. ein Phloroglucinderivat spalten:



Da es bei einer alkalischen Spaltung leicht zur Entmethylierung kommen kann, arbeitet man am besten in 10%iger $Ba(OH)_2$ -Lösung. Die Spaltprodukte können leicht mittels Papierchromatographie identifiziert werden. Bespricht man die Chromatogramme mit alkalischer Lösung von diazotierter Sulfanilsäure, so erlauben die charakteristischen Färbungen der entstandenen Azofarbstoffe weitgehende Schlüsse auf die Struktur; ferner sind auch die R_F -Werte wiederum gute Charakteristika. Bei Flavonen ist die Spaltung wesentlich verwickelter, da nicht nur zwei Spaltprodukte entstehen, jedoch führen prinzipiell die gleichen Methoden zum Ergebnis.

⁴⁾ Statt der beiden OH-Gruppen wirken hier die Ketalgruppe des Flavons und die benachbarte OH-Gruppe.

Scherzhafte Ehrung — ernst gemeint.

Vor einiger Zeit wurde Fl. aus Z. H. 22 zum Ehrenmitglied der Abteilung Analytisch und Lichte der American Chemical Society ernannt. Die also Gesh. war nicht wenig erstaunt über diese Aufmerksamk., denn sie ist von Hause aus Kosmetikerin. Auf ihre Anfrage erhielt sie die Antwort der Kommission: daß ihre Berufst. sich doch eigentlich gar nicht unterscheiden, ja sie benutzen in der Werbung sogar die gleichen Schlagworte wie z. B. „Säubern, malen, und alles ist wieder schön!“, oder: „Oberfläche gereinigt, alles gereinigt!“. (Chem. Ing.-Z. News 32, Heft 1, 90 [1967]).

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

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



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

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

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

CLB

FAX-Hotline: 06223-9707-41

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

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

Abo-Bestellcoupon

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

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

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

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

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



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

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

