

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Analytik

Biotechnik

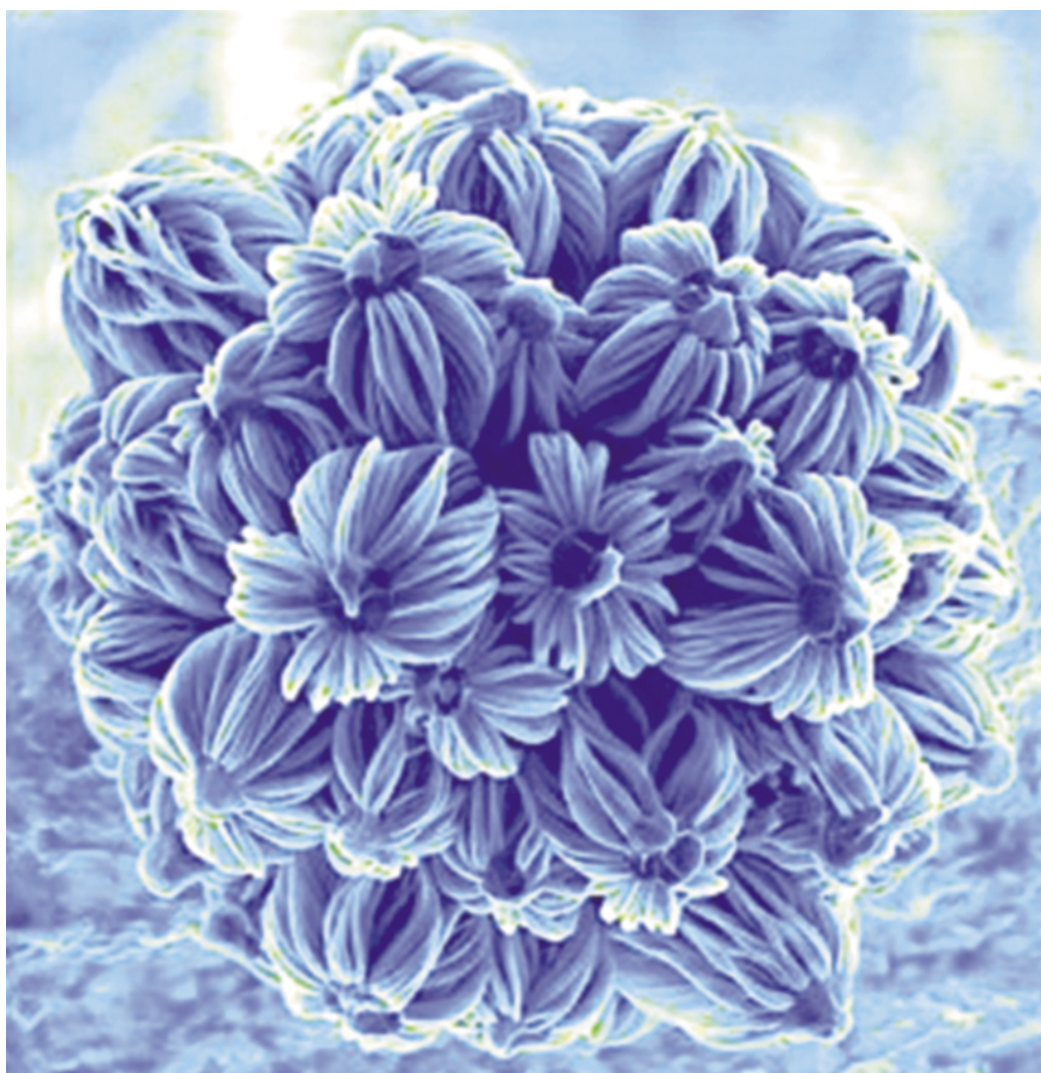
Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung



- Photonik
- Naturstoffsynthese

- P53-Forschung
- Isotopenanalytik

Farbstoffchemie hat schon Generationen von Chemikern beschäftigt. Aus der Sicht des Jahres 1955 zeigt dies der unten und auf Umschlagseite 3 stehende Artikel.

Die Phthalocyanine

Die jüngste Klasse organischer Farbstoffe

Von Dr. F. Mühlbauer, BASF Ludwigshafen

Auf dem Farbstoffgebiet heute noch große Erfindungen machen?! Diese skeptisch verneinend-fragende Antwort wird man bekommen, wenn man auf das Gebiet wissenschaftlicher Neuschöpfungen auf dem Farbstoffsektor zu sprechen kommt. Es ist sehr, sehr schwer geworden, zu fundamentalen Neuerkenntnissen auf einem seit vielen Jahren so intensiv bearbeiteten Forschungsgebiet zu gelangen. Einen langen Weg ist die Farbstoffchemie gegangen bis zu ihrem gegenwärtigen Stand. Angefangen bei den Naturprodukten mineralischer, pflanzlicher oder tierischer Herkunft, wie den verschiedenen Farberden, Indigo, Krapp, Blauholz, Rotholz, Gelbholz, Cochenille, dem Blaurot der Purpurschnecke, über die verschiedenen Wurzeln, Mühsal, Rinden und Blätter bis zu den hochwertigsten synthetischen Farbstoffen, — es war wahrhaftig ein langer, langer Weg, ein Weg der Arbeit, des Fleißes und des Erfolges, ein schicksalsvoller Weg der Sorgen, Mühsal, der Enttäuschungen und — des Triumphes. Ein Weg des Ringens und des Erfolges, aber auch ein Weg großer Opfer! Wer denkt heute noch daran, wenn wir die vollendeten Paletten unserer verschiedenen Farbstoffklassen bewundern?

Sollte man es überhaupt glauben, daß heute auf dem Farbstoffgebiet noch sehr intensive wissenschaftliche Arbeit geleistet wird, daß das Suchen und Zielen nach neuen Erkenntnissen genau so regt ist wie eh und je?! Und sollte man es für möglich halten, daß trotz aller Wissenschaft der „kleine oder große Zufall“ sogar noch eine Rolle spielen kann? Und doch ist es so.

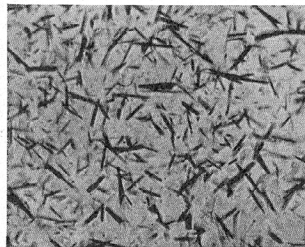
Da war im Jahre 1907 im *Schorlemmerschen* Laboratorium in England ein Herr *Gray* beauftragt worden zu versuchen, durch Einleiten von Ammoniak in eine Phthalsäureanhydridschmelze synthetischen Indigo herzustellen. Der Zufall mischte sich ein und beförderte einen Nickelspatel in die Reaktionsschmelze, wo er verblieb, bis der Versuch aufgearbeitet wurde. Man war erstaunt, als man in der Schmelze blaue Anteile fand und noch mehr darüber, daß der Nickelspatel mit einer blauen Schicht überzogen war. Doch man wollte ja Indigo herstellen, warum sollte man diesen blauen Farbstoff nicht als Indigo ansprechen? Die Ausbeuten waren nicht hoch, man ging der Sache daher nicht weiter nach.

82

Die Phthalocyanine

Bis etwa ums Jahr 1935 Herr *Gray*, veranlaßt durch immer neue Veröffentlichungen über Phthalocyanine, zu der Erkenntnis kam, daß sein damaliges „Nickelspatel-Blau“ kein Indigo, sondern Nickelphthalocyanin war.

Zum zweiten Male wurden die Phthalocyanine durch die Schweizer *Henry de Diesbach* und *Edmond von der Weid* im Jahre 1927 entdeckt. Die beiden Forscher versuchten, o-Dibrombenzol mit Kupfercyanür umzusetzen, um auf diese Weise o-Dicyanbenzol zu bekommen. Auch sie erhielten eine blaue Verbindung, die dieses Mal Kupfer enthielt, und außerordentlich stabil war. Auch *Henry de Diesbach* und sein Mitarbeiter erkannten den Wert der blauen Verbindung als Farbstoff nicht, und so wäre sie fast ein zweites Mal in Vergessenheit geraten, wenn nicht — unabhängig von diesen Arbeiten — im Jahre 1928 die Engländer *Dandridge* und *Drescher* wiederum durch Einleiten von Ammoniak in eine Phthalsäureanhydridschmelze versucht hätten, Phthalimid herzustellen. Die Reaktion wurde in einem kleinen eisernen Kessel durchgeführt. Auch diese beiden Forscher erhielten einen blauen Körper, der jetzt aber Eisen enthielt.



Kristalle eines Phthalocyanins.

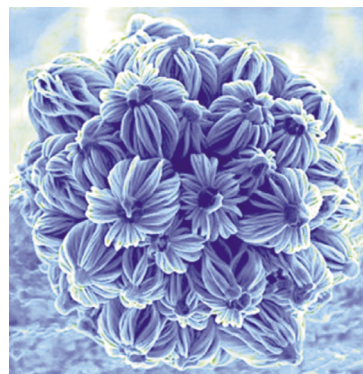
Die Struktur-Aufklärung dieses in der Tat dreimal entdeckten Grundfarbstoffes, seine Reaktionen und Abwandlungen erfuhren erst vom Jahre 1934 an durch den englischen Forscher *Linstead* und seine Mitarbeiter eine systematische Bearbeitung.

Wie bereits erwähnt, erhält man in Gegenwart von Metallen oder Metallverbindungen aus Phthalsäureanhydrid und Ammoniak oder einem ammoniakliefernden Stoff blaue bis blaugüne Kristallnadelchen mit rotbronzierender Oberfläche.

Wie man weiterhin fand, lassen sich gewisse Abkömmlinge der Phthalsäure, darunter in erster Linie Phthalsäuredinitril, sehr leicht in Gegenwart von Metallsalzen zu derartigen blau bis blaugrün gefärbten Stoffen umsetzen. Am leichtesten reagieren solche Verbindungen mit Kupfersalzen. Unter besonderen Bedingungen kann man die Verbindungen in Form schöner rotbronzierender blauer Nadelchen bekommen (s. Abb.).

Zum Titelbild:

Das Titelbild ist das Siegerbild eines Fotowettbewerbs für naturwissenschaftlich-technische Fotos an der Universität Cambridge in England. Ausgezeichnet wurde damit die Studentin *Ghim*



Wei Ho (Portraitfoto). Sie und ihre Kollegen befassen sich dort mit der Entwicklung neuer Materialien. Für das Bild tropften sie das flüssige Metall Gallium, das in Verbindungen mit anderen Elementen wie Arsen zur Herstellung von Leuchtdioden und Transistoren dient, auf eine Silicium-Oberfläche. Das Ganze wurde mit einem Methan enthaltenden Gas bedampft und kondensierte dann (chemische Abscheidung aus der Gasphase) in Form von Nanodrähten aus Siliciumcarbid mit einem Durchmesser von weniger als einem Tausendstel eines menschlichen Haares. Durch Veränderung des Druckes und der Temperatur kann der Wachstumsprozess der feinen Drähtchen beeinflusst werden, und es entstehen verschiedene neue Strukturen, zum Beispiel die mit einem Rasterelektronenmikroskop festgehaltene Form des Titelbildes, die Bäumen und Blüten ähnlich sehen (Abb.: University of Cambridge/Ghim Wei Ho).



Die Phthalocyanine

83

Aus Phthalsäure oder deren Abkömmlingen hergestellt und von meist blauer Farbe, gab man ihnen die allgemeine Bezeichnung „Phthalocyanine“ (kyanos = blau). Der Kupferfarbstoff, wir wollen ihn als einen „Farbstoff“ bezeichnen, ist von außerordentlicher Beständigkeit gegen Säuren und Laugen und fast unlöslich in den üblichen Lösungsmitteln. In der so erhaltenen kristallisierten Form läßt er sich coloristisch nicht verwenden, er ist als Pigment betrachtet farbschwach und unansehnlich. In konzentrierter Schwefelsäure geht er mit brauner Farbe in Lösung und beim Ausgießen dieser Lösung in Wasser scheidet er sich in leuchtend blauen Flocken wieder aus. Nach dem Filtrieren, Entfernen der Säure, Trocknen und Mahlen ist der Farbstoff im wahrsten Sinne des Wortes „umgewandelt“. Er liegt jetzt als leuchtend blaues Pulver vor und kann so für die verschiedenen Zwecke Verwendung finden. Die Klarheit des Farbtones und die Farbstärke verbunden mit ausgezeichnete Lichtechtheit haben diesem Farbstoff innerhalb kurzer Zeit einen ersten Platz in der Reihe der Pigmentfarbstoffe erobert. Als „Kupferphthalocyanin“, unter seinem deutschen Handelsnamen „Heliogenblau B“ und seinem englischen Namen „Monastral Fast Blue BS⁽¹⁾“, ist dieser Farbstoff ein Echtheits- und Wertbegriff geworden.

Die Struktur des Moleküls

Der Engländer *Linstead* war es, der in genialer Weise dem Phthalocyanin-Farbstoff „Porphinstruktur“ zuschrieb, eine Molekülstruktur, die dem Blut- und Pflanzenfarbstoff eigen ist⁽²⁾. Das Postulat *Linsteads* konnte bald danach durch die sehr schwierigen und exakten röntgenographischen Arbeiten des Engländers *Robertson* bestätigt werden, so daß die Strukturformel des oder besser gesagt der Phthalocyanine — denn es gibt viele Phthalocyanine — als gesichert angesehen werden kann.

Wir wollen nun das Formelbild des Kupferphthalocyanins mit den Formelbildern des Blut- und Pflanzenfarbstoffs vergleichen (s. S. 85):

Wie wir sehen, ist die Form des Grundkörpers bei allen drei Farbstoffen die gleiche. Folgende Unterschiede und Übereinstimmungen sind zu beobachten:

1. An den mit *) bezeichneten Stellen stehen beim Phthalocyanin Stickstoffatome statt CH-Gruppen. Es ist gelungen, auch diese Stick-

¹⁾ Die hier und auf den folgenden Seiten genannten Handelsbezeichnungen der Phthalocyaninfarbstoffe sind in der Regel eingetragene Schutzmarken der Herstellerfirmen.

²⁾ Vgl. diese Ztschr. 4, 397 ff [1953].

Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

Sie stecken im Karrierestau, suchen eine Stelle, oder haben keine richtige Ausbildung? Werden Sie Ministerin oder Minister! Fachliche Voraussetzungen dafür sind nicht vorgeschrieben, und wir benötigen ja viele derartige Amtsträger. Jedes kleine Bundesland hat so seine Riege, und die Verfassungsgerichtsentscheidung über die Juniorprofessuren hat jetzt über diese Thematik hinaus die Kompetenz der Länder gestärkt.

Bei allem Wert von Dezentralisierung sollte man bei Ausbildungsfragen größtmögliche Kompatibilität über Gebietsgrenzen hinweg anstreben. Junge Wissenschaftler müssen mobil sein, und sie benötigen verlässliche Akzeptanzen ihrer Ausbildung, möglichst europa- oder sogar weltweit. Das Gerangel um die Juniorprofessuren kann man da nur als kleinkariert beschreiben, als einen Rückfall in die selbstherrlichen Herrschaftsansprüche kleinstaatlicher Fürsten. Hoffentlich werden Unsicherheiten, die sich durch die jetzige Entscheidung für junge Forscher ergeben können, möglichst bald beseitigt.

In diesen Tagen übergab auch die unabhängige Expertenkommission „Finanzierung Lebenslanges Lernen“ ihren Bericht an die Bundesregierung. Darin enthalten sind etliche Vorschläge zur Finanzierung, Durchführung und Qualitätssicherung lebensbegleitender Lehrmaßnahmen. Stellt sich die Frage: Wie kann ich mir die Fortbildung zukommen lassen, die nötig ist, um all die neuen Informationen des Alltags richtig zu bewerten, die sich allein aus neuen Gesetzen ergeben? Man denke nur an die Inhaltsangaben auf Nahrungsmitteln und Kosmetika, die jetzt schon zum Verständnis mindestens einen Chemie-Bachelor erfordern, dann gibt es die Kennzeichnung genetisch veränderter Lebensmittel, und als neuestes Transparenz-Angebot müssen demnächst die Stromerzeuger auf Werbeblättern und in der Stromrechnung angeben, zu welchen Teilen sie

etwa Atomstrom oder Solarstrom erzeugen (siehe Wirtschaftsmeldung auf Seite 272). Gelöst werden muss das Problem der richtigen Erhebung wie auch Darstellung. Wird Atomstrom gefährlich rot in den Diagrammen dargestellt, Strom aus regenerativer Energie grün? Ich dachte, Strom sei gelb... Im Ernst: Transparenz ist eine Grundlage zur Bewertung, nur: Die vielfältigen technischen, wissenschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Kenntnisse, die auch dafür vorhanden sein müssen, vermittelt man dadurch nicht.



Fachzeitschriften mit Übersichtscharakter wie die CLB können hier helfen. In dieser Ausgabe gibt Uta Neubauer einen Überblick über die Photonik (Seiten 248 - 251), und unser langjähriger Autor Hans-Dietrich Martin hat herausgefunden, wie man Panscher und Lebensmittelfälscher überführt (Seiten 265 - 268). Andererseits zeigt Jungforscher Stephen Schulz wieder einmal, wie man sich aus eigener Initiative anerkannt gut in eine bestimmte Materie einarbeiten kann. Quasi als Fortsetzung seiner letztjährigen Arbeit über Anthocyane widmet er sich jetzt Radikalen und Radikalfängern (Seiten 254 - 260). Aber auch die Biotechnik bzw. Molekularbiologie wird nicht vergessen: Mechthild Kässer gibt einen Abriss über die Rolle des Eiweißes P53 bei der Krebsentstehung (Seiten 252 - 253).

Diese CLB ist daher – so hoffe ich – ein wichtiger Baustein für Ihren beruflichen oder persönlichen Informationsbedarf.

Ihr

INHALT

Aufsätze

Photonik	
Optische Techniken im Aufwind _____	248
25 Jahre P53-Forschung	
Der Wächter des Genoms _____	252
Jugend forscht: Synthese von Naturstoffen	
Von Radikalen zu Radikalfängern _____	254
Linux, Knoppix, Mac OS X, Open Source: Vorteile von Unix et al. in Chemie & Biologie	
Teil 9: Datenprozessierung mit Skriptsprachen _____	261

Rubriken

Editorial _____	241
Impressum _____	243
F & E im Bild _____	243
Unternehmen _____	244
Personalia _____	246
Förderungen / Preise _____	247
Umschau	
Labors für spezielle Aufgaben 23	
Woher kommen Steak und Spargel?	
Isotopenanalyse gegen Panscher und Lebensmittelfälscher _____	265
Messe/Kongress/Ergebnisse _____	269
Nanotechnik _____	271
Wirtschaft _____	272
Neue Produkte _____	273
Bezugsquellenverzeichnis _____	279

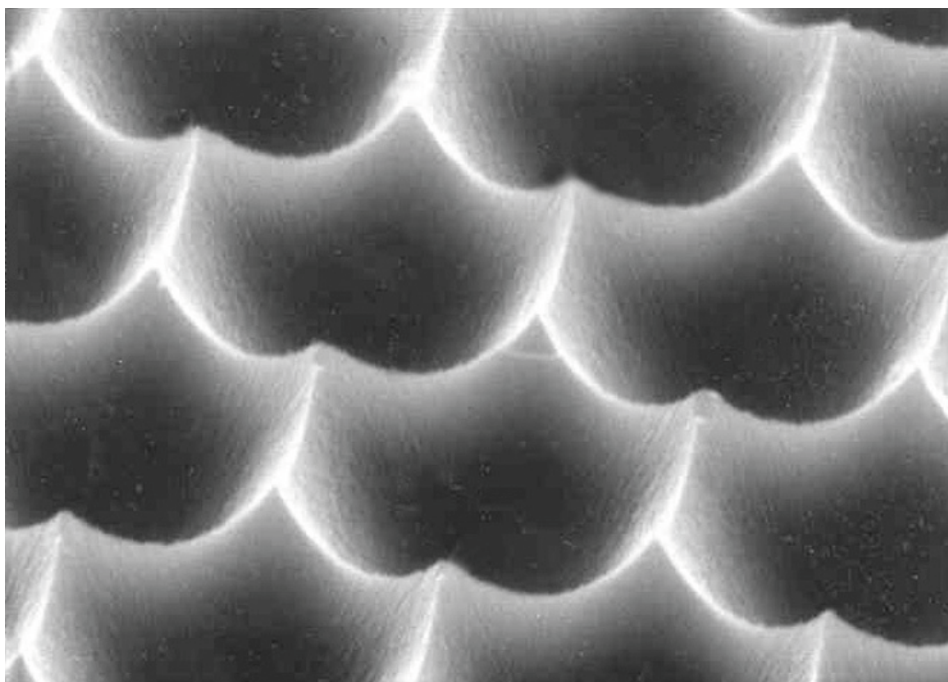
CLB-Memory

Nachwachsende Rohstoffe Teil 9: Amylose und Amylopektin	
Zuchtkartoffeln mit besonderer Stärke _____	M49
Nützliche Ratgeber 10 bis 13:	
Nanotechnik und Studien zu Technikentwicklungen _____	M51
Zwölf hochgiftige Chemikalien in 50 Staaten weltweit verboten	
Stockholmer Abkommen ist in Kraft _____	M52
Jugend forscht, Internationale Chemieolympiade, Chemie entdecken	
Viele Aufgaben für jugendliche Chemiker _____	M54
Studentenwerke erhalten weniger Mittel	
Langzeit-Studiengebühren _____	M55
Organische Chemie	
Mehrere richtige Antworten sind möglich. _____	M56

Amorph, billig, stark

Heute sind 55 Prozent aller Solarzellen weltweit aus multikristallinem Silicium gefertigt. Im Unterschied zu monokristallinem Silicium, dessen Marktanteil bei knapp 35 Prozent liegt, ist das multikristalline Material zwar kostengünstiger, weist aber wesentlich mehr Defekte wie Korngrenzen oder Versetzungen auf. Aus diesem Grunde musste sich die Photovoltaik-Szene bislang mit Wirkungsgraden unter 20 Prozent begnügen, während Solarzellen aus monokristallinem Silicium diese Hürde schon vor 20 Jahren genommen haben. Forscher am Freiburger Fraunhofer ISE haben es nun erstmals geschafft, diese Schallgrenze zu durchbrechen.

Oliver Schultz, Physikdoktorand in der von Stefan Glunz geleiteten Gruppe für hocheffiziente Silicium-Solarzellen, ist es in zweijähriger Arbeit gelungen, einen Prozess zu entwickeln, der eine teilweise „Deaktivierung“ der problematischen Defekte erlaubt. „Der Trick dabei ist, die Temperaturen im Herstellungsprozess der Solarzelle so zu wählen, dass sich die elektrischen Eigenschaften des multikristallinen Siliciums verbessern und gleichzeitig



eine hocheffiziente Solarzellenstruktur aufgebaut wird“, so Oliver Schultz. Er hat somit die für eine hocheffiziente Solarzellenstruktur benötigten hohen Temperaturen mit denen für das Material akzeptablen und im industriellen Fertigungsprozess machbaren Temperaturen in Einklang gebracht. Das Bild zeigt die Oberflächentextur der multikristallinen Rekord-Solarzelle zur Verbesserung des Lichteinfangs (Rasterelektronenmikroskopaufnahme; Abb.: FHG/ISE).

Impressum

CLB

Chemie in Labor und Biotechnik

Verlag:

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

Herausgeber:

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

Redaktion:

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

Ständige Mitarbeiter:

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

VBTA-Verbandsmitteilungen:

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

Anzeigenservice:

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: anzeigen@clb.de

Abonnentenbetreuung:

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

Layout und Satz:

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

CLB erscheint monatlich.

Bezugspreise:

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

Anzeigenpreisliste:

Nr. 42 vom 1.1.2002.

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder
Störung durch höhere Gewalt besteht kein
Anspruch auf Lieferung.

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

ISSN 0943-6677

vbta[®]

NACHRICHTEN & NOTIZEN

Die in Hamburg ansässige **Nanosolutions GmbH** und die Berliner **Capsulation NanoScience AG** haben Mitte Juni eine strategische Kooperation vereinbart. Mittelfristiges Ziel der Zusammenarbeit ist die Entwicklung einer neuen Generation von multifunktionalen Nanosensoren für Anwendungen in der in vitro-Diagnostik.

Die deutsche **Impreglon AG** erweitert ihr internationales Netzwerk durch ein neues Werk in Deitingen in der Schweiz. Die neue Produktionsstätte wird mit einer sechsköpfigen Startmannschaft den Kunden vor Ort modernste Beschichtungen anbieten. Dazu gehören die Oberflächenbehandlung von Walzen aus CFK, Aluminium, Kunststoff und Stahl sowie Innenbeschichtungen von Zylindern und Rohren.

ProtoKinetix, Inc. gibt den Kauf des AFGP-Moleküls (Antifrost Glykoprotein) von der **Perigene, Inc.** bekannt. Das mit einer neuen, patentierten Synthesetechnik stabilisierte AFGP besitzt eine Vielzahl potentieller Nutzungsmöglichkeiten, beispielsweise der Erhalt von Zellen, Geweben und Organen bei niedrigen Temperaturen.

Protalix Biotherapeutics Ltd. (Israel) und **Icon Genetics AG** (Deutschland) unterzeichneten eine Kooperationsvereinbarung, die auf die Entwicklung pflanzlicher Zelllinien als allgemeines Plattformsystem für die Hochexpression rekombinanter Proteine abzielt. Damit wird die Produktion ausgewählter Biopharmazeutika im kommerziellen Maßstab ermöglicht.

Einer der führenden türkischen Generika-Hersteller hat den Aachener Generalplaner **Carpus+Partner AG** mit der Gesamtplanung für eine neue pharmazeutische Produktionsstätte südlich von Istanbul beauftragt. Der Baubeginn ist noch für dieses Jahr geplant.

Lanxess, die künftige Gesellschaft, in der der Bayer-Konzern sein komplettes Chemie-Geschäft und Teile seiner Polymer-Aktivitäten zusammenfasst, ist in ihrer neuen Struktur am 1. Juli 2004 intern gestartet. Es ist geplant, die Gesellschaft bis Beginn des Jahres 2005 an die Börse zu bringen. Mit einem Umsatz von rund sechs Milliarden Euro und etwa 20 000 Mitarbeitern, davon etwa 11 000 in Deutschland, wird Lanxess zu den führenden Chemie-Unternehmen in Europa gehören.

Aventis Pharma Deutschland GmbH erneuert die Forschungsk Kooperation mit der **Luric gemeinnützigen GmbH i. G.** (Ludwigshafen RIsk and Cardiovascular Health Study gGmbH in Gründung). Kern der wissenschaftlichen Zusammenarbeit ist die Luric-Studie (Der Einfluss von Genen auf die Entstehung und den Verlauf von Diabetes, Herz-Kreislauf-Beschwerden oder thrombotischen Erkrankungen), die zwischen 1997 und 2003 vom Klinikum der Stadt Ludwigshafen, der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und der Universität Ulm durchgeführt wurde.

Rheologie im Focus

Neue Methoden für die Industrie

Am 1. und 2. Juli fand zum dritten Mal die internationale RheoFuture-Konferenz in Karlsruhe/Deutschland statt. Die Veranstaltung mit mehr als 70 Teilnehmern wurde in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel durchgeführt.

In diesem Jahr stand das Thema „Dehn rheologie“ im Mittelpunkt der Tagung. Anhand des Dehn rheometers Haake CaBER (Capillary Breakup Extensional Rheometer) wurde das Potential dieser Methode für Forschung und Qualitätskontrolle in der Industrie bewertet.

Ein Höhepunkt der diesjährigen Konferenz war wieder die Verleihung des „Young Scientists Award“. Gewinner Erik Miller, University of Massachusetts, untersuchte „Control of the sharkskin instability in the extrusion of polymer melts“. „Sharkskin“ ist ein unerwünschter Oberflächeneffekt beim industriellen Extrusionsprozess von Kunststoffen. Miller zeigt in seiner Arbeit, wie durch den

gezielten Einsatz von Temperaturgradienten an der Austrittsdüse der Effekt minimiert werden kann.

Sebastien Manneville, CRPP-CNRS, Bordeaux, untersuchte „The ultrasonic rheo-velocimeter“. Er hat eine neuartige Messmethode entwickelt, die ein kommerzielles Standard-Rheometer mit einer Ultraschallsonde kombiniert. Während einer Messung werdendurch das Rheometer rheologische Daten wie Viskosität und Elastizität ermittelt; simultan können durch Ultraschall zusätzliche Aussagen über das mikroskopisch lokal vorliegende Fließen gewonnen werden.

Hong Hai Le, Universität Halle Wittenberg, entwickelte eine „Online method for characterization of CB filled rubber mixture using electrical conductivity“. In dieser Arbeit wird gezeigt, wie der industrielle Mischprozess von Kohlenstoff und Kautschuk durch die zusätzliche Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit optimiert werden kann (siehe auch www.rheofuture.de).

Ascenion, GBF und Zentaris

Naturstoff-Krebsmittel

Die Ascenion GmbH hat einen Lizenzvertrag zwischen der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung mbH (GBF) und Zentaris, einer Tochtergesellschaft der börsennotierten AEterna Zentaris Inc. vermittelt.

Zentaris erhält die Lizenz für die weltweite Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Disorazolen, einer neuen Klasse von Naturstoffen. Zentaris erhält außerdem Zugang zum Know-how der GBF auf dem Gebiet der Disorazole und eine Lizenz für den Bakterienstamm, der diese Naturstoffe produziert.

Bei der Untersuchung von Bodenbakterien hatten Forscher der GBF entdeckt, dass Disorazole das Tubulin-System effektiv hemmen, also ähnlich wirken wie Taxol oder Vinblastin, die als Wirksubstanzen in einigen der weltweit meistverkauften Krebsmedikamente enthalten sind. Die Ergebnisse einer Studie zeigen, dass Disorazole schon in minimaler Konzentration hohe zytostatische Aktivität besitzen. Das Zellwachstum verschiedener Tumorzelllinien wird gestoppt, sogar bei Zelllinien, die gegen die meisten üblichen Krebsmedikamente resistent sind.

Roche konzentriert sich auf die Divisionen Pharma und Diagnostics

Drei Transaktionen im Wert von 3,7 Milliarden Schweizer Franken

Roche hat drei Transaktionen im Zusammenhang mit dem Verkauf des OTC-Geschäfts (nicht verschreibungspflichtige Medikamente) bekannt gegeben: Roche verkauft das OTC-Geschäft Roche Consumer Health und fünf Pharma-Produktionsstätten an Bayer. Roche veräußert ihren 50%-Anteil am US-Joint Venture zwischen Roche und Bayer an Bayer. Die Pharma-Division lizenziert die OTC-Rechte an Orlistat in den USA an GlaxoSmithKline.

Mit diesen Transaktionen stärkt Roche ihre Strategie, sich auf die Divisionen Pharma und Diagnostics zu konzentrieren. Die zwei forschungsintensiven Geschäftsbereiche besitzen ein beachtliches Potenzial für überdurchschnittliches Marktwachstum und hohe Wertschöpfung. Die Transaktion

an Bayer umfasst sämtliche Geschäfte von RCH sowie die fünf Pharma-Produktionsstätten. In einer weiteren Transaktion wird Roche ihren 50%igen Anteil am Joint Venture mit Bayer zur Vermarktung des Schmerzmittels Aleve und weiterer OTC-Produkte in den USA ebenfalls an Bayer verkaufen. Mit der Übernahme von RCH wird Bayer Consumer Care, eine Division von Bayer HealthCare, zu den drei grössten OTC-Unternehmen weltweit gehören.

Die Pharmadivision erteilt GlaxoSmithKline Consumer Healthcare eine exklusive Lizenz für die OTC-Rechte an Orlistat in den USA. Orlistat wird von Roche unter dem Markennamen Xenical als verschreibungspflichtiges Medikament gegen Fettleibigkeit vertrieben. Roche und GSK haben in den USA bereits mit der Entwicklung einer

rezeptfreien Darreichungsform von Orlistat begonnen. Roche behält alle Rechte für die Vermarktung von Xenical als verschreibungspflichtiges Medikament in den USA sowie alle Rechte ausserhalb der USA. Im Jahr 2003 beliefen sich die weltweiten Verkäufe von Xenical auf insgesamt 618 Millionen Schweizer Franken.

Die kombinierten OTC-Geschäfte von Bayer Consumer Care und Roche Consumer Health werden Verkäufe in der Höhe von cirka 2,4 Milliarden Euro generieren und rund 6700 Mitarbeitende in 120 Ländern beschäftigen. Das gemeinsame Portfolio wird eine Reihe von führenden Schmerzmitteln, dermatologischen Produkten, Magen-Darm-Präparaten sowie Nahrungsergänzungsmitteln umfassen, die weltweit ein ausgezeichnetes Wachstumspotenzial haben.

Molekül-Blocker gegen Multiple Sklerose

Ein neuartiges Medikament gegen Multiple Sklerose zu entwickeln ist das Ziel des Göttinger Biotechnologie-Unternehmens Selecure. Das Projekt wird vom BMBF mit einer Million Euro gefördert.

Weltweit leiden rund 2,5 Millionen Menschen an der Autoimmunerkrankung Multiple Sklerose. Die Krankheit tritt meist im Alter zwischen 20 und 40 Jahren mit Störungen der Reizleitung in den Nervenbahnen auf. Um vom Blut in das Nervengewebe vordringen zu können, benötigen die fehlgeleiteten Abwehrzellen ein Molekül namens VLA-4 auf ihrer Oberfläche, das sie befähigt, die Wände der Blutgefäße zu durchdringen. Wirkstoffe, die VLA-4 gezielt blockieren, können das Fortschreiten der Multiplen Sklerose aufhalten.

Hirschmann in Eberstadt war wieder einmal Sponsor der traditionellen Hochsprungveranstaltung dort. Am 17. Juli traf sich die Weltklasse des Hochsprungs der Frauen im Rahmen des Eberstädter Hochsprung-Meetings. Siegerin wurde Irina Michaltschenko, die mit einer Höhe von 2,01 Metern eine neue persönliche Bestleistung aufstellte und nach 2002 schon zum zweiten Mal in Eberstadt gewann. Details zu der Veranstaltung gibt es auf der Website <http://www.hirschmann-laborgeraete.de/englisch/highlights/hochsprung2004.htm>.



PROF. PETER GÄHTGENS, Präsident der Hochschulrektorenkonferenz, wurde in der konstituierenden Sitzung des Kuratoriums des Deutschen Studentenwerks als Vorsitzender wiedergewählt. Zum stellvertretenden Vorsitzenden wurde Sascha Vogt vom freien Zusammenschluss von StudentInnenschaften (fzs) gewählt.



Gähtgens

DR. BERND DALLMANN, erster Geschäftsführer der Freiburg Wirtschaft und Touristik GmbH und Vorstand der Technologiestiftung BioMed Freiburg, wurde vom Zentralverein BioValley Oberrhein für zwei Jahre zum neuen Präsidenten gewählt. Dallmann hatte im Jahre 1996 die Gründung der Stiftung BioMed Freiburg zusammen mit Wissenschaftlern und Unternehmen initiiert und den Aufbau der Bio Regio Freiburg sowie des Bio Technologieparks Freiburg vorangetrieben.



Dallmann

DR. MICHAEL LUKARSCH ergänzt seit dem 1. Juli 2004 als dritter Geschäftsführer die Führungsspitze der Hoyer-Gruppe. Der 35-jährige promovierte Diplomkaufmann war maßgeblich an der strategischen Neuausrichtung des führenden internationalen Bulk-Transportspezialisten beteiligt. In seiner neuen Funktion als Geschäftsführer wird er neben den Corporate Processes die Business Units Hoyer Petrolog und Hoyer Techlog verantworten.



Lukarsch

DR. HANNS-R. GRAACK (46) und **DR. THOMAS POHL** (46) wurden als neue Geschäftsführer der WITA GmbH ernannt. Die bisherige Unternehmenslenkerin Prof. Dr. Brigitte Wittmann-Liebold wird weiterhin das „Wittmann Institute of Technology and Analysis of Biomolecules“ als Senior Scientist beraten. Sie hatte das Unternehmen 1992 als eines der ersten Biotech-Firmen in der Region Berlin-Brandenburg gegründet. Die Firma betreibt im Kundenauftrag Proteom- und Proteinanalysen.

EHRUNGEN

NRW-Wissenschaftsministerin Hannelore Kraft überreichte in Düsseldorf das **Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens** der Bundesrepublik Deutschland an **Professor emeritus Dr. Wolfgang Helmut Staib**. Damit wurden, neben seinen wissenschaftlichen Leistungen, besonders sein ehrenamtliches Wirken für das Studentenwerk Düsseldorf honoriert.

Für seine Arbeiten auf dem Gebiet der modernen Hochleistungs-

keramiken wird **Professor Martin Jansen**, Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart, der mit 50 000 Euro dotierte **Wissenschaftspreis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft** verliehen. Die Auszeichnung für erfolgreiche Umsetzung von Grundlagenforschung in Anwendungen wird ihm im Rahmen der Jahresversammlung des Stifterverbandes in Leipzig überreicht.



Für seine Habilitationsschrift „Moleküle nach Maß“ wurde der Bioanalytiker **Dr. Joachim Jose** mit dem mit 25 000 Euro dotierten **SaarLB Wissenschaftspreis** ausgezeichnet. Er hat ein neues biotechnologisches Werkzeug („Autodisplay“) zugänglich gemacht, das die gezielte Entwicklung von Wirkstoffen und Biokatalysatoren erheblich erleichtert.



Im Rahmen des Festaktes zum diesjährigen Leibniz-Tag am 3. Juli 2004 verlieh die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften Hasso Plattner die **Leibniz-Medaille** in Anerkennung seiner besonderen Verdienste um die Förderung der Wissenschaften. **Professor Dr. h.c. mult. Hasso Plattner** ist nicht nur eine der international bedeutendsten und einflussreichsten Persönlichkeiten auf dem Gebiet der Informationstechnologie, sondern darüber hinaus ein herausragender Mäzen der Wissenschaften in Deutschland, dessen Engagement ebenso ungewöhnlich wie beispielhaft ist.

Das Department Chemie der Technischen Universität München zeichnet den Chemiker **Prof. Henri Brunner** von der Universität Regensburg mit der **Ehrenpromotion** aus. Die Auszeichnung wird ihm für seine richtungsweisenden Forschungsarbeiten in der Metallorganischen Chemie und Homogenkatalyse, mit denen er den Weg zu modernen enantioselektiven Verfahren für die Herstellung von chiralen Feinchemikalien und Pharmavorstufen geebnet hat, verliehen. Die Urkunde wurde vom TU-Präsident anlässlich des 14. Internationalen Symposiums über Homogene Katalyse im Juli 2004 beim Staatsempfang in der Münchner Residenz überreicht.

Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften verlieh **Dr. Christian Pfeiderer** den mit 6000 Euro dotierten **Akademiepreis** 2004. Dem Physiker ist es gemeinsam mit einem Forscherteam von der Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe gelungen, eine bislang unbekannte magnetische Ordnungsstruktur zu entdecken. Bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt und bei Drücken oberhalb von 15 000 Atmosphären zeigt das Metall Mangan-silicium (MnSi) ungewöhnliche Eigenschaften.

Ideenwettbewerb zur Unternehmensgründung

Den ersten schleswig-holsteinweiten Wettbewerb für Ideen aus der Wissenschaft auf dem Weg zur erfolgreichen Unternehmung hat die Fachhochschule Lübeck gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft ausgeschrieben. Schirmherrin ist Ministerpräsidentin Heide Simonis. Teilnehmen können Akademiker, Studenten, Hochschulmitarbeiter und Professoren. Ideen aus Wissenschaft, Technik, Kunst und Kultur, die in Produktentwicklungen oder Dienstleistungen münden können, werden mit Preisen im Gesamtwert von 24 000 Euro

prämiiert. Ein detaillierter Business-Plan wird nicht gefordert, jedoch ist die Darstellung der Innovation, der Alleinstellungsmerkmale, des Kundennutzens, der Zielgruppendefinition und des angestrebten Marktes gefordert. Insbesondere sollen sich die Bewerber mit den Voraussetzungen für eine Selbstständigkeit auseinandersetzen. Wettbewerbsbeiträge können vom **1. Juli bis 27. Oktober 2004** eingesendet werden. Die Preisverleihung findet im Dezember 2004 statt. Weitere Informationen unter www.fh-luebeck.de.

Lebensmittel besser

Der Wettbewerb um die Cofresco-Innovationspreise 2005 läuft vom 1. April 2004 bis einschließlich dem **31. März 2005**. Der Wettbewerb ist offen für unabhängige Forscher, Forschungsteams, öffentliche und private Labore sowie Einzelpersonen. Der wissenschaftliche Ausschuss stellt die Jury. Der wissenschaftliche Ausschuss wählt bis zu zwei Projekte aus den Einreichungen aus und prämiert sie jeweils mit 10 000 Euro. Die Auswahlkriterien sind Innovationsgrad des Projekts, wissenschaftlicher Wert sowie Vorteile für den Verbraucher. Das Forschungsthema für den Wettbewerb um die Innovationspreise 2005 lautet: „Neue Ideen oder Lösungen, die dem Verbraucher beim Umgang mit Nahrungsmitteln im Haushalt unterstützen und einen oder mehrere der folgenden Vorteile bieten: längere Haltbarkeit von Nahrungsmitteln; bessere Lebensmittelqualität; einfachere Zubereitung von Nahrungsmitteln; Einsatz umweltfreundlicher Lösungen oder Materialien; sichere oder gesündere Konservierung von Lebensmitteln.“ Lösungen/Konzepte müssen das europäische Lebensmittelgesetz erfüllen.

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

Verfahren zur Umweltentlastung

Die Dechema Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. und die Wasserchemische Gesellschaft, Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) schreiben im Namen und Auftrag der Willy-Hager-Stiftung, Stuttgart, die Vergabe des mit 3000 Euro dotierten Willy-Hager-Preises aus. Er schließt eine zweckgebundene finanzielle Zuwendung für das Hochschulinstitut beziehungsweise die Arbeitsgruppe des Preisträgers in gleicher Höhe ein.

Dieser Preis, mit dem jährlich jüngere Hochschulforscher für ihre hervorragenden Arbeiten auf dem Gebiet der Wasseraufbereitung oder Abwasserbehandlung ausgezeichnet werden, wird zum dreizehnten Mal vergeben. Von besonderem Interesse sind Arbeiten mit dem Ziel der Umweltentlastung

durch Abwasserrückgewinnungs- und Recyclingverfahren. Die Arbeiten sollen an deutschen Hochschulinstituten durchgeführt worden sein und nicht länger als drei Jahre zurückliegen. Es können auch Gemeinschaftsarbeiten mehrerer junger Wissenschaftler berücksichtigt werden.

Die Bewerbung sollte über die Leitung des Instituts stattfinden, in dem die Arbeit durchgeführt wurde. Der Vorschlag kann auch von dritter Seite erfolgen. Die Bewerbungen oder Vorschläge sind bis zum **15. Oktober 2004** zu richten an: Dechema e.V., Prof. Gerhard Kreysa, Postfach 15 01 04, 60061 Frankfurt am Main, Tel 069 7564 305, Fax 069 7564 302. Weitere Informationen, auch zu den notwendigen Unterlagen unter www.dechema.de.

Mehr Frauen für Technik

Die Initiative D21 hat ihren ersten bundesweiten Hochschulwettbewerb unter dem Leitthema „Get the best – Frauen als Erfolgsfaktor für Hochschulen“ gestartet. Gesucht werden die Hochschulen mit den besten Ideen, den kreativsten Konzepten und den spannendsten Visionen, um mehr Frauen für naturwissenschaftlich-technische Studiengänge zu begeistern. Teilnehmen können Hochschulen mit Studiengängen der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Physik und Wirtschaftsingenieurwesen. Ziel der Initiative D21 ist eine Frauenquote von 40 Prozent bei naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen. Dieser Wettbewerb wird künftig jährlich ausgeschrieben und steht jeweils unter einem anderen Leitthema.

Optische Techniken im Aufwind

Uta Neubauer

Das Medium Licht spielt nicht nur im Alltag, vom CD-Player bis zur Chirurgie, eine immer größere Rolle, sondern auch in der Analytik. Licht untersucht Objekte berührungslos; es lässt sich überlagern, extrem fokussieren und ist schnell – Eigenschaften, die optischen Techniken in Zukunft noch mehr Gewicht verleihen werden.

Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert des Elektrons. Viel deutet daraufhin, dass das 21. Jahrhundert dem Photon gehört. Von der Scannerkasse im Supermarkt über den CD-Spieler bis zum Zahnarztbesuch: Die Lasertechnik ist aus dem Alltag kaum mehr weg zu denken. Laser schweißen Nähte von Autokarosserien, sie erzeugen Mikrostrukturen auf Elektronikchips und sind ein wichtiges Werkzeug für Analytiker.

Fleckenbilder von Mikromembranen

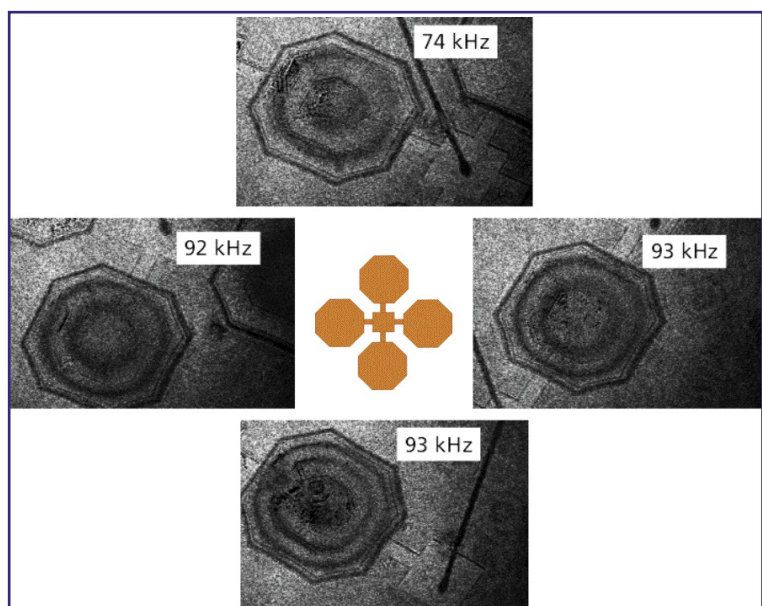
Petra Aswendt vom Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik in Chemnitz untersucht mit Lasern die Bewegung von Mikromembranen. Solche Membranen sind Bauteile von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS) wie Kraft-, Druck- und Neigungssensoren. Da Laser berührungslos arbeiten, eignen sie sich gut, um Deformationen oder Schwingungen solcher Minielemente zu untersuchen.

Aswendts Membranen tragen einen piezoelektrischen Transducer, der die Membran bei Anlegen einer Spannung in Schwingungen versetzt. Diese Bewegung beobachtet die Wissenschaftlerin mit der Speckle-Interferometrie, einer

Methode, die auf der Streuung von Laserlicht an der Membranoberfläche basiert. Die gestreute Strahlung trifft auf einen CCD-Chip und erzeugt, bedingt durch Mikrointerferenzen, ein Bild aus hellen und dunklen Flecken (englisch speckles). Bewegt sich die Oberfläche, wandern diese Flecken mit. Überlagert man Specklebilder von verschiedenen Membranzuständen, erhält man klar gezeichnete Interferenzmuster: Dunkle Bereiche bilden sich dort, wo das Specklemuster unverändert bleibt, helle zeigen Differenzen an.

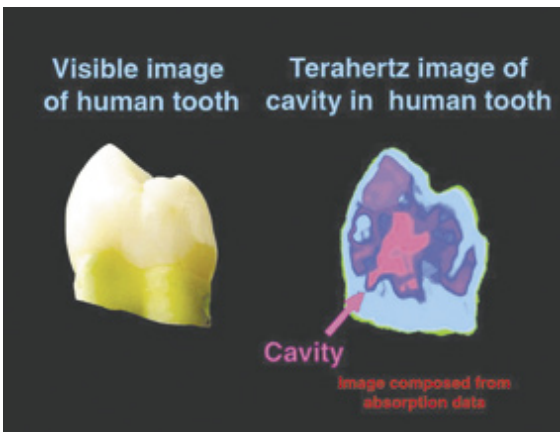
Die Interferenzmuster geben nicht nur Auskunft über die Membranbewegung, sondern auch über dynamische Eigenschaften von Membran-Ensembles. So zeigten in einer Anordnung von vier Membranen nur drei ein sehr ähnliches Verhalten, während die vierte in einer um 20 Prozent geringeren Grundfrequenz schwang. In einem anderen Versuch regte Aswendt nur eine Membran des Vierersets zu Schwingungen an und betrachtete das Verhalten der benachbarten Membranen: Durch mechanische, eventuell auch elektrische, Wechselwirkungen gerieten die Nachbarmembranen in Bewegung, allerdings in einer sehr viel geringeren als der Anregungsfrequenz. Für die Konstruktion von MEMS ist das Wissen um solche

Ein Ensemble aus vier Mikromembranen: Die Speckle-Interferometrie zeigt, dass nur drei Membranen die gleiche Resonanzfrequenz besitzen (Bild: Petra Aswendt, Fraunhofer IWU).



Die Autorin:

Dr. Uta Neubauer ist freie Wissenschaftsjournalistin. Sie studierte Chemie in Hamburg und Oldenburg, promovierte an der ETH Zürich über Schwermetalle in Böden und lebt jetzt in Bad Soden am Taunus



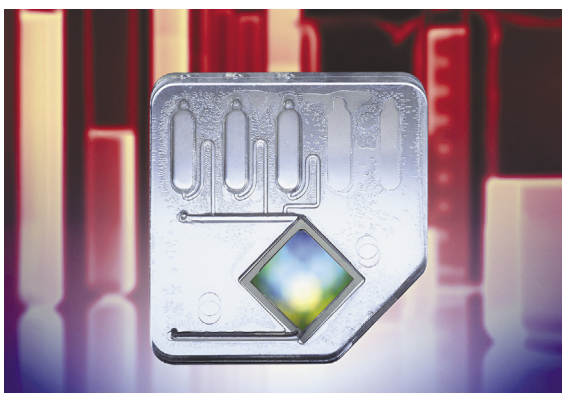
Terahertz-Imaging entdeckt Löcher in Zähnen, die das bloße Auge nicht erkennt (Bild: Teraview).

Effekte unerlässlich. Petra Aswendt stellte ihre Arbeit auf dem Symposium „Photonics in Measurement“ vor, das der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) parallel zur Fachmesse Optatec Ende Juni in Frankfurt am Main organisierte.

Vierversprechende Terahertz-Strahlen

Martin Koch von der Technischen Universität Braunschweig widmete sich in seinem Symposiums-Beitrag dem Terahertz-Imaging, ein Verfahren, das ähnlich dem Röntgen Dinge durchleuchtet (siehe auch CLB, 02/2004, S. 56 – 60). Da Terahertz-Strahlen Materialien wie Baumwolle oder Papier, nicht aber Metalle durchdringen, eignen sie sich zur Sicherheitskontrolle am Flughafen. Zahnärzte könnten mit Terahertz-Strahlen Löcher in den Zähnen finden, die sie mit bloßem Auge nicht entdecken. Die Methode wäre hier eine schonende Alternative zum Röntgen. Außerdem sollen Terahertz-Systeme die Krebsdiagnostik erleichtern, denn Tumore unterscheiden sich im Terahertz-Bild von gesundem Gewebe, wahrscheinlich aufgrund ihres höheren Wassergehaltes und einer anderen chemischen Zusammensetzung.

Der Flow-Thru-Chip von Infineon ist ein Labor im Miniaturformat. Optisch analysiert er auf nur einem Quadratzentimeter Chipfläche zeitgleich die Reaktion von bis zu 400 bekannten Genen auf einen bestimmten Wirkstoff (Bild: Infineon).

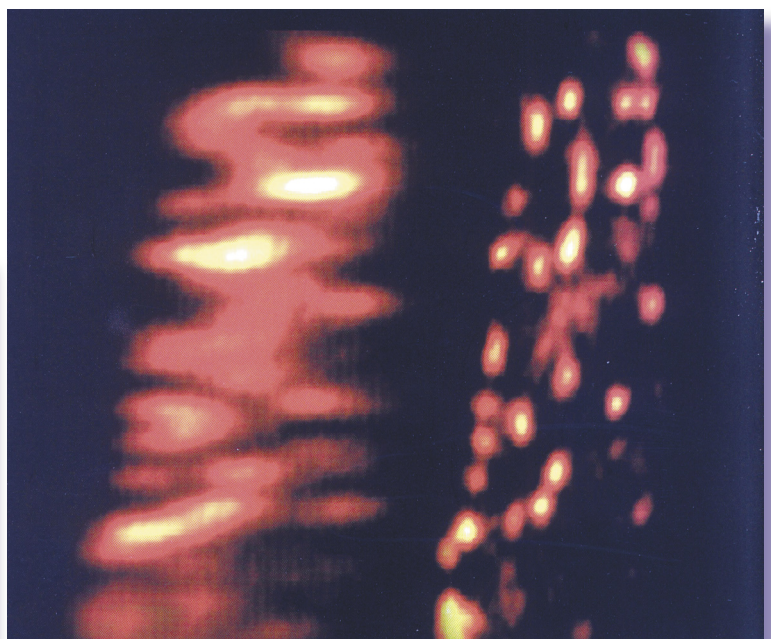


Erst mit der Entwicklung von ultrakurz gepulsten Femtosekundenlasern gelang die Erzeugung von Terahertz-Strahlung und damit deren technische Nutzung. Eine britische Firma bietet bereits einen Terahertz-Scanner an, der vom Ausmaß und Aussehen einem Kopiergerät ähnelt. Um sich auf dem Markt zu behaupten, müssten die Systeme deutlich preisgünstiger und kompakter werden, so Martin Koch.

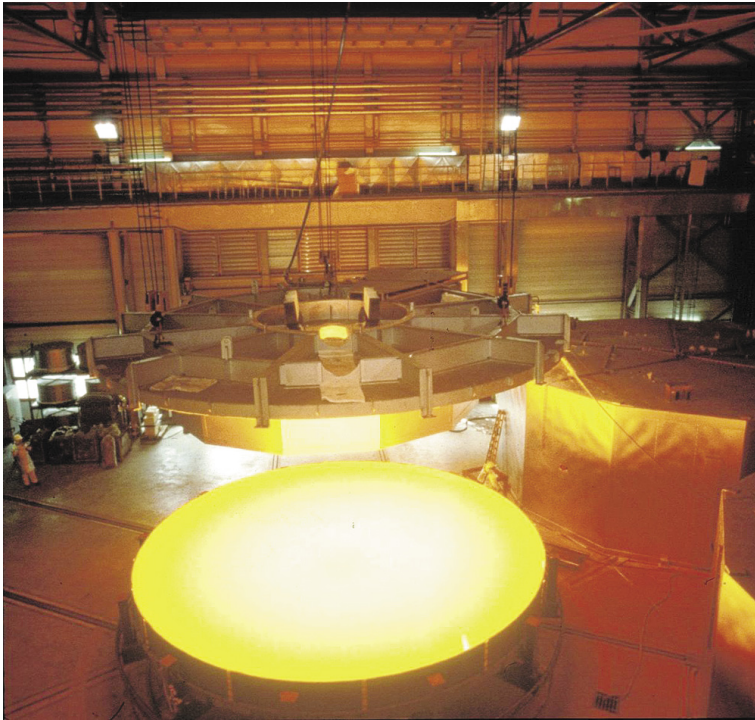
Wissenschaftler um Koch haben eine Alternative zu den teuren Femtosekundenlasern entwickelt, bei der eine Laserdiode zwei Dauerstrichlaserstrahlen auf zwei Frequenzen gleichzeitig aussendet. Die beiden Strahlen verhalten sich dabei wie zwei leicht gegeneinander verstimmt Stimmgabeln. Gleichzeitig angeschlagen ergeben letztere einen resultierenden Ton, der abwechselnd laut und leise wird. Dementsprechend erzeugen zwei Laserstrahlen, die sich nur geringfügig in ihrer Farbe (also ihrer Frequenz) unterscheiden, ein Blinken, dessen Frequenz bei richtiger Farbwahl der Laser im Terahertz-Bereich liegt.

Die Verwendung einer solchen Strahlungsquelle könnte laut Koch den Preis von Terahertz-Systemen auf unter 30 000 Euro senken. Vielversprechend sei dann deren Einsatz in der Materialanalyse und der industriellen Qualitätskontrolle, zum Beispiel um Schichtdicken von Kunststoff-Folien oder Papier zu bestimmen. Auch Inhomogenitäten, von der Verteilung der Rosinen in einer Müsli-Packung bis zu Nanoteilchen in Polyethylen, ließen sich mit Terahertz-Imaging leicht erkennen. Zwar müsse die Dauer für die Aufnahme der Bilder noch deutlich verkürzt werden, dann aber besäße die Technik ein „enormes Marktpotenzial“.

Fluoreszenzmarkierte Mikrotubuli einer Maus-Fibroblast-Zelle: Die 4Pi-Mikroskopie (rechts) zeigt im Vergleich zur herkömmlichen konfokalen Mikroskopie (links) eine verbesserte Auflösung (Bild: S. W. Hell, M. Nagorni; MPI für biophysikalische Chemie, Göttingen).



AUFSÄTZE



Guss der Zerodur-Monolithen für das Großteleskop VLT: Das Bild zeigt die mit 28 Tonnen heißer Glas-schmelze gefüllte, rotierende Gießform bei Schott in Mainz (Bild: Schott).

Zukunftstrend Biophotonik

„Der Trend der Zukunft ist, so viele Aufgaben wie möglich mit Licht zu bewältigen,“ sagte Eckard Heybrock vom VDI-Technologiezentrum für Laser- und Optikkforschung anlässlich der Eröffnung der Optatec. Heybrock denkt dabei nicht nur an Glasfasern für die Datenübertragung oder an optische Datenspeicher, von CDs über DVDs bis zu Hologrammen, sondern auch an die Biophotonik, die er als Megatrend bezeichnet.

Von den rund 350 deutschen Biotech-Firmen beschäftigen sich etwa 70 mit Biophotonik. Sie

entwickeln zum Beispiel optische Biochips für das Screening von pharmazeutischen Wirkstoffen. Das Prinzip ist einfach: Auf dem Chip fixierte Proben werden mit potenziellen Wirkstoffen versetzt, wobei passende Kandidaten an die Probe andocken. Ein Fluoreszenzfarbstoff, den der Wirkstoff entweder mitbringt oder in einem späteren Schritt bindet, kennzeichnet eine erfolgte Reaktion. Den Zusatz „optisch“ verdanken die Chips dem Auswertverfahren: In dem Biochip-Reader regt ein Laser die Farbstoffe zum Leuchten an und erzeugt so ein Lichtmuster, das ein Rechner auswertet. Der Einsatz von optischen Biochips beschränkt sich nicht auf das Screening von Medikamenten. Mit ähnlichen Chips fahnden Wissenschaftler nach Krankheiten oder gentechnisch veränderten Lebensmitteln.

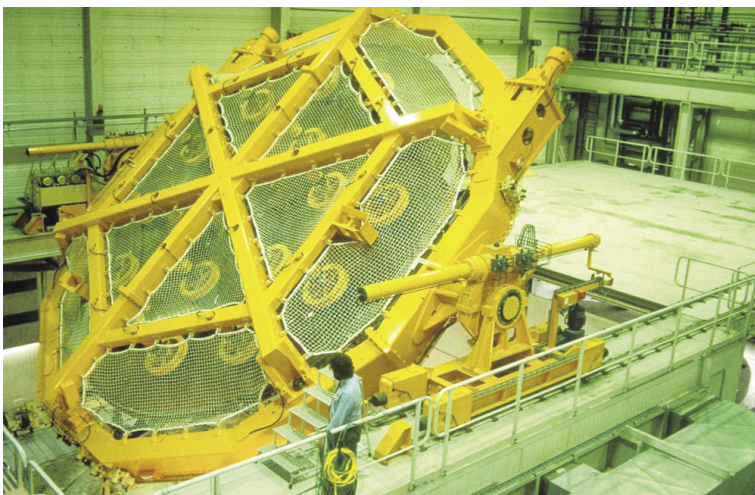
Vom Mikroskop zum Nanoskop

Als weitere Errungenschaft der Biophotonik nannte Heybrock die optische Mikroskopie unterhalb der Abbeschen Auflösungsgrenze. Sie erlaubt einen neuen Blick in lebende Zellen. Mit der klassischen Lichtmikroskopie lassen sich Objekte, deren Abstand weniger als etwa 200 Nanometer beträgt, nicht mehr getrennt wahrnehmen. Wer an feineren Strukturen im Inneren von Zellen interessiert ist, kann zwar auf Elektronen- oder Rastersondenmikroskope ausweichen, muss dafür aber die Zellen in hauchdünnen Schichten präparieren und aus einer Vielzahl von Schnittaufnahmen rekonstruieren. Auch das Röntgenmikroskop eignet sich nicht für die Beobachtung von lebenden Zellen, denn die hochenergetische Strahlung tötet die Zellen bei der ersten Belichtung.

Eine wichtige Rolle für die Beobachtung von lebenden Zellen spielt die Fluoreszenzmikroskopie, bei der die zu untersuchenden Objekte über einen fluoreszierenden Farbstoff detektiert werden. Die Auflösung kann hier noch erhöht werden, wenn man den Rand des Lichtflecks am Fluoreszieren hindert. Diese Idee nutzt die STED (englisch stimulated emission depletion)-Mikroskopie und unterwandert damit die Abbesche Beugungsgrenze.

Die Nanoskopie, der Eintritt in die Nanowelt, gelang Stefan Hell vom Göttinger Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, in dem er die STED-Mikroskopie mit der von ihm entwickelten 4Pi-Mikroskopie kombinierte. 4Pi-Mikroskope verwenden zwei entgegengesetzte Objektive, von denen sich das eine auf die Vorder-, das andere auf die Rückseite der Probe richtet. Die optische Information der beiden Objektive überlagert man durch konstruktive Interferenz und erreicht so eine bis zu siebenfach bessere Auflösung als in der klassischen Lichtmikroskopie. Die kombinierte STED-4Pi-Fluoreszenzmikroskopie schließlich arbeitet im 10-Nanometer-Bereich und kann Strukturen wie das mitochondriale Netzwerk einer lebenden Hefezelle abbilden.

Zerodur-Spiegelträger mit einem Durchmesser von 8,2 Metern in der Wendevorrichtung bei Schott in Mainz. Da der über 20 Tonnen schwere Glaskeramik-Koloss beidseitig bearbeitet wird, muss er um 180 Grad gedreht werden (Bild: Schott).





AUFsätze

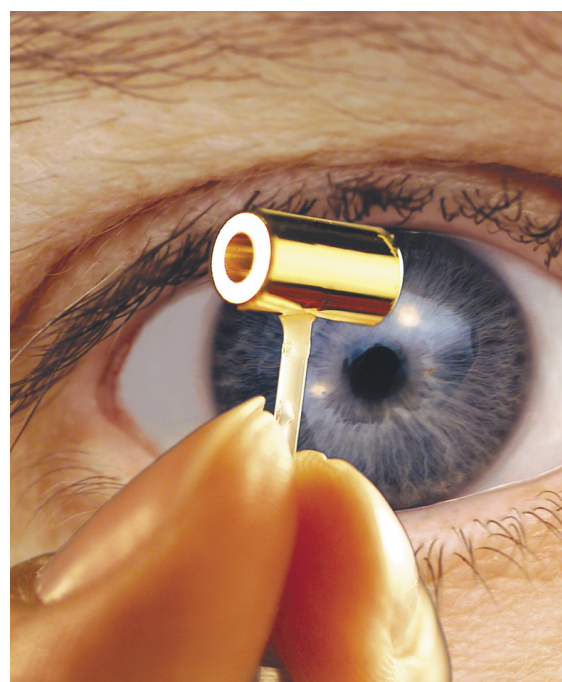
Die kalifornische Firma Hoya produziert Laserglas für die National Ignition Facility, das weltweit größte Laserprojekt (Bild: Lawrence Livermore National Laboratory).

Deutschland ist führend in der Lasertechnik

In der Lasertechnik sind deutsche Unternehmen weltweit Spitze. „Jedes vierte Lasersystem ist made in Germany,“ so Eckardt Heybrock. Die deutsche Industrie für optische Techniken zählt laut Spectaris, dem deutschen Industrieverband für optische, medizinische und mechatronische Technologien, rund 350 Unternehmen mit insgesamt 40 000 Mitarbeitern. Sie erzielten im letzten Jahr einen Gesamtumsatz von 4 Milliarden Euro, 1,4 Milliarden davon erwirtschafteten sie im Ausland. Die meisten Unternehmen der Branche sehen laut einer Umfrage von Spectaris positiv in die Zukunft: Zwei Drittel der befragten Firmen erwarten eine Umsatzsteigerung, jedes zweite Unternehmen plant Neueinstellungen, lediglich sieben Prozent einen Personalabbau.

Deutsche Firmen der Optik-Branche fokussieren sich zum einen auf Bauteile mit komplexen Geometrien, zum anderen auf die Herstellung von Materialien mit besonderen optischen Eigenschaften wie die Glaskeramik Zerodur von Schott. Zerodur zeigt bei Temperaturänderungen praktisch keine Ausdehnung. Für das in Chile installierte Großteleskop VLT (Very Large Telescope) hat Schott vier Zerodur-Monolithen mit einem Durchmesser von jeweils 8,2 Metern als Spiegelträger geliefert. Auch an dem weltweit größten Laserprojekt, der National Ignition Facility (NIF) am US-amerikanischen Lawrence Livermore National Laboratory, ist Schott beteiligt. Für die Herstellung von über 3000 Laserspiegeln für NIF hat Schott zusammen mit der kalifornischen Firma Hoya eigens einen neuen kontinuierlichen Produktionsprozess entwickelt: Von einem Fluss aus Neodym-dotiertem Laserglas wird jeweils ein knapp ein Meter langes Stück abgeschnitten. Die Vorteile dieses kontinuierlichen Prozesses liegen zum einen in der höheren Produktionsrate bei geringeren Kosten, zum anderen unterscheiden sich die Glasscheiben kaum in ihrer Zusammensetzung.

Noch befindet sich NIF im Bau, erst im Jahr 2008 sollen alle Laser betriebsbereit sein. Die Anlage von der Größe eines Fußballstadions bündelt 192 Laser auf ein wenige Millimeter großes Ziel. Sie erzeugen dann während einer Dauer von einigen Nanosekunden etwa 500 Billionen Watt, das ist mehr als die Spitzenleistung aller US-amerikanischen Kraftwerke zusammen. Die extreme Fokussierung gelingt nur wegen einer besonderen Eigenschaft von Licht: Photonen tragen keine Ladung und stoßen sich daher nicht ab. Die so gebündelten Strahlen sollen unter anderem eine winzige Brennstoffkapsel treffen und eine Kernfusion auslösen. Sollte es den Wissenschaftlern tatsächlich gelingen, mit Licht Kerne zu verschmelzen, werden sie das 21. Jahrhundert zu Recht als Jahrhundert des Photons bezeichnen dürfen.



Das Ziel der 192 Laser der National Ignition Facility: Ein Goldzylinder, in dem eine Kernfusion stattfinden soll (Bild: Lawrence Livermore National Laboratory).

Der Wächter des Genoms

Mechthild Kässer

Vor 25 Jahren gab es noch kaum eine Vorstellung, wie Krebszellen entstehen. Erst allmählich klärte sich, welche molekularen Vorgänge eine gesunde Zelle in eine unkontrolliert wachsende, bösartige Krebszelle umwandeln. Schuld sind vielfache Mutationen an ganz bestimmten Genen, deren Eiweißprodukte bei der Regulierung und Vermehrung der Zellen eine Rolle spielen. Von diesen ist P53 das bedeutendste und bei weitem am besten untersuchte Eiweiß.

P53 und Krebsentstehung

P53 (P steht für Protein, und 53 gibt das Molekulargewicht in Kilodalton kDa an) wurde 1979 etwa gleichzeitig von den Gruppen um David P. Lane [1] und Arnold J. Levine [2] entdeckt. Sie fanden und beschrieben es als ein Zelleiweiß, das einen Komplex mit einem Tumorantigen des Affenvirus SV40 bildet und sich im Zellkern von Krebszellen ansammelt.

Das dazugehörige Gen, TP53, wurde wenige Jahre später gefunden. Es liegt auf Chromosom 17 und zeigte schwach krebsauslösende Eigenschaften in Nagerzellen. Folglich wurde es als Krebsgen (Onkogen, s. Kasten) eingestuft. Erst Ende der 1980er Jahre häuften sich Hinweise, dass man fälschlicherweise mutiertes TP53 anstelle des Wildtyps untersucht hatte. Das gesunde P53 führt nicht zu Krebs, sondern verhindert im Gegenteil als Wachstum bremsendes Protein die ungezügelter Zellteilung und bewahrt normale Zellen vor der Entartung (Zell-Transformation). Anfang der 1990er Jahre war TP53 weitgehend als Tumor-Suppressor-Gen anerkannt und erregte als solches lebhaftes Interesse der Wissenschaftler. Sie verliehen ihm schließlich den Titel „Wächter des Genoms“. Seine Mutationen aber wurden Schlüssel zum Verständnis der Krebsentstehung.

Mutationen im TP53-Gen – meist sind es Punktmutationen – bewirken, dass auch das Eiweiß P53 fehlerhaft gebaut wird und dann seine Aufgaben in der Zelle oft nicht mehr erfüllen kann. In mehr als

50 % aller menschlichen Tumoren ist dies der Fall [3], zum Beispiel bei 70 % aller Darmkrebsfälle, bei 50 % der Lungen- und bei 40 % der Brusttumore. Damit ist TP53 das in menschlichen Tumoren am häufigsten veränderte Gen. Entfernt man es ganz wie bei einigen genetisch veränderten Mäusen, entwickeln die Tiere schon in jungen Jahren Geschwulste aller Art. Das warf die Frage auf:

Wie verhindert P53 die Entartung der Zelle?

Aus den Ergebnisse von Tausenden von Untersuchungen vor allem in den vergangenen 15 Jahren entsteht in großen Zügen etwa folgendes Bild von P53:

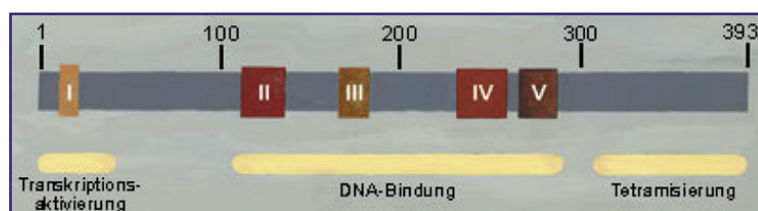
Das P53 des Menschen besteht aus 393 Aminosäuren (Abbildung 1). Es wirkt als Transkriptionsfaktor, als Regulatoreiweiß also, das die Transkription von Genen (Umschreibung von DNS in Boten-RNS) beeinflusst. Vier Abschnitte der Polypeptidkette lassen sich wesentlichen Funktionen des Proteins zuordnen: Der N-terminale Bereich zwischen Aminosäuren (AS) 1-42 hat sauren Charakter und kann die Transkription bestimmter Gene veranlassen. Dazu muss P53 an die entsprechenden Promotoren der abzulesenden Gene ankoppeln können. Dies ist Aufgabe der zentralen Domäne (AS 102 – 292). Zwischen AS 324 – 355 liegt das Gebiet, das P53 in die aktive Form überführt, indem es vier einzelne p53-Moleküle zu einem Komplex zusammenfügt. Der basische C-terminale Bereich schließlich ist in der Lage, unspezifisch DNS und RNS zu binden, eine Eingriffsmöglichkeit, P53 selbst in seiner Funktion positiv oder negativ zu regulieren. Dieser vierte Abschnitt katalysiert außerdem die Verknüpfung von Einzelstrang-DNS oder -RNS zu Doppelsträngen und scheint sich spezifisch an geschädigte DNA heften zu können. Bindungsstellen für Proteine sind über mehrere Domänen verteilt. Abbildung 1 zeigt auch die als Boxen I - V bezeichneten, stark konservierten d. h. im Verlauf der Evolution nur wenig veränderten Einheiten.

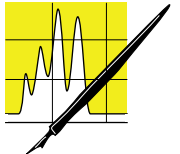


Die Autorin:

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

Abbildung 1: Primärstruktur des Proteins P53





Die Hauptaufgabe von P53 ist es, die Expression zahlreicher Gene zu regulieren. Dabei handelt es sich um Gene bzw. ihre Produkte, die an der Steuerung des Zellwachstums, der DNS-Verdopplung und -Reparatur, dem programmierten Selbstmord (Apoptose) der Zelle und ihrer Alterung beteiligt sind. P53 nimmt also eine Schlüsselstellung im Zellgeschehen ein. Normalerweise nur zu wenigen Molekülen im Zellkern vorhanden, wird P53 bei Gefahr aktiv, seine Konzentration steigt. Es reagiert sofort auf Störungen wie DNS-Schädigung durch Strahlen oder Chemikalien, auf Onkogene, Sauerstoffmangel oder andere Stressauslöser.

Hat z. B. Tabakrauch das Erbgut geschädigt, so veranlasst P53, dass der Zellzyklus (s. Kasten) angehalten und der Defekt in der Ruhephase behoben wird. Erst dann darf sich die Zelle weiter teilen. Gelingt die Reparatur etwa bei zu großen Schäden nicht, schickt P53 die Körperzelle in den Zelltod und kommt so ihrer Entartung zuvor.

Der Wächter des Genoms verhindert auf diese Weise die Entstehung von Krebs schon in den frühesten Anfängen. Dass er in manchen Zellen ausfällt, liegt nicht nur an Mutationen. Ursache können auch Viren sein, die auf verschiedene Weise seine Aktivität zu lähmen wissen. Menschliche Papilloma-Viren etwa greifen das Eiweiß mit Enzymen an, die es abbauen [4].

Krebsbehandlung

Die Erkenntnisse zu P53 und den molekularen Feinheiten der Krebsentstehung eröffnen neue Wege in der Diagnose und Behandlung von Krebs.

Verschiedene Tests geben heute Auskunft, ob P53 in Krebsgewebe fehlerhaft oder gesund ist. Danach richtet sich die Behandlung. Für Tumore mit funktionierendem P53 haben Chemo- oder Strahlentherapien gute Erfolgsaussichten, denn nachweislich stützen sie sich auf die Tätigkeit des Wächtereisweißes, das, durch die starken Schäden auf den Plan gerufen, die Zerstörung der Krebszellen durch Apoptose einleitet.

P53 dient auch als Marker für die Ursache eines Tumors; denn offensichtlich gibt es einen Zusammenhang zwischen Krebsart, ihren Auslösern und dem Mutationsmuster von P53 im Krebsgewebe [5]. Spezialisten erkennen z. B. an der Art der Mutationen, ob ein Leberkrebs auf Aflatoxin oder ein Lungenkrebs auf Tabakrauch zurückzuführen ist.

Zur Bekämpfung von Krebs bieten sich zahlreiche neue Ansatzpunkte. Mit Hilfe der Gentechnik versucht man bereits, in Zellen mit mutiertem TP53 das gesunde Gen einzuschleusen oder mit bestimmten Viren nur Zellen mit funktionsunfähigem P53 anzugreifen und zu vernichten. Andere Forscher blockieren gezielt die Zerstörung von P53 oder stellen das Eiweiß mit Hilfe kleiner Peptide sogar wieder her [6]. Darüber hinaus bieten sich die jüngst entdeckten Regelkreise, in die P53 eingreift, als neue therapeutische Ziele an.

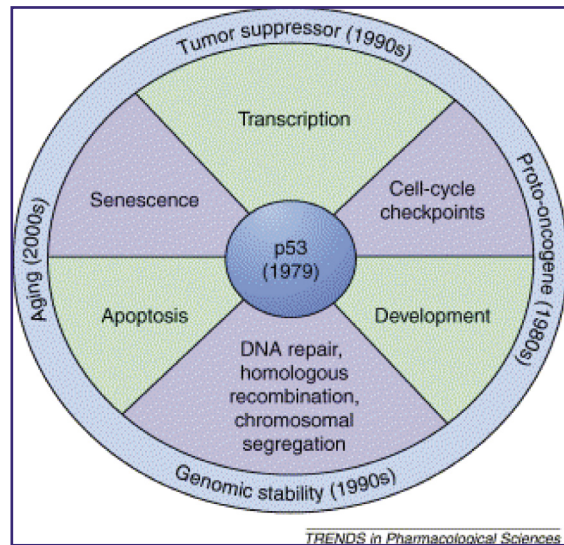


Abbildung 2: Die Bedeutung von P53 wandelte sich im Verlauf von 25 Jahren Forschung, entsprechend änderten sich die Forschungsfelder [7].

Literatur

- [1] Lane D.P. and Crawford L.V. Nature 278 (1979) 261-263 T antigen is bound to a host protein in SV40-transformed cells
- [2] Linzer D.I. and Levine A.J. Cell 17 (1979) 43-52 Characterization of a 54K dalton cellular SV40 tumor antigen present in SV40-transformed cells and uninfected embryonal carcinoma cells
- [3] Hollstein M. et al. Science 253 (1991) 49-53 p.53 mutations in human cancers
- [4] Scheffner M. et al. Cell 63 (1990) 1129-1136 The E6 oncoprotein encoded by human papillomavirus types 16 and 18 promotes the degradation of p53.
- [5] Hussain S.P. and Harris C.C. Cancer Res. 58 (1998) 4023-4037 Molecular epidemiology of human cancer: contribution of mutation spectra studies of tumor suppressor genes
- [6] Issaeva N. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 100 (2003) 13303-13307 Rescue of mutants of the tumor suppressor p53 in cancer cells by a designed peptide
- [7] L. Hofseth Trends in Pharmacological Sciences 25 (2004) 177-181 p53: 25 years after its discovery

Onkogene oder Krebsgene sind Gene, die unter bestimmten Bedingungen die Ursache für die Wandlung einer gesunden Zelle zu einer Tumorzelle sein können. Sie wurden zuerst in Viren entdeckt. Wie die viralen Onkogene (v-onc) gehören die Krebsgene der Zelle, sogenannte Proto-Onkogene oder kurz c-onc, zu den Regulator-Genen. Ihre Genprodukte sind an der Steuerung normaler Wachstums- und Differenzierungsvorgänge beteiligt. Durch Virusinfektion, Bestrahlung oder Mutationen können zelluläre Onkogene aktiv werden und normale Zellen zu ungehemmtem Wachstum veranlassen. Gegenspieler der Onkogene sind die Tumorsuppressor-Gene. Sie bremsen die Vermehrung der Zellen.

Zellzyklus: Teilungsfähige Zellen durchlaufen einen Teilungszyklus (Zellzyklus) mit Zeiten für Wachstum (G1-Phase), DNS-Verdopplung (S-Phase), Mitosevorbereitung (G2-Phase) und Zellteilung, Mitose (M-Phase).

Von Radikalen zu Radikalfängern

Stephen Schulz

Mit der „Jugend forscht-Arbeit 2003“ wurde ein Weg aufgezeigt, Anthocyane zu isolieren und ihre Struktur aufzuklären. Anthocyane zeigen neben der faszinierenden Vielfalt an natürlichen Farben auch eine bedeutende biochemische Wirkung. Sie sind antioxidativ und stehen im Verdacht bestimmte Krankheiten verhindern zu können. Für die weitere Untersuchung der Wirkung werden daher neue Synthesewege gesucht, um eine größere Zahl von Anthocyanen zur Verfügung zu haben. Dabei gilt es, unterschiedliche Probleme zu lösen.

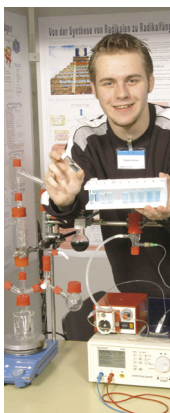
„Der Pott ist hochgegangen, die Zinkstaubflecken prangen am Pulte dunkelgrau... Der Koch steht schwarz und schweigt, und aus dem Kühler steigt ein süßes Flämmchen gelb und blau...“ (zur Melodie „Der Mond ist aufgegangen“). Mit diesen Zeilen beginnt das von dem Chemiker Ralf A. Jakobi 1986 geschriebene Spottlied über die *Reformatsky*-Reaktion und ihre praktische Umsetzung. Die kritische Auseinandersetzung mit dieser Methode deutet ihren Stellenwert in der organisch-präparativen Chemie an: Sie ist, obwohl sie neue Möglichkeiten der metallorganischen Synthese eröffnet, in der Praxis nur sehr schwer durchzuführen und beschwört, wie das Spottlied zeigt, ernste Unfallgefahren herauf.

Auch ich stand bei meinen Syntheseversuchen vor der gleichen Problemstellung wie Jakobi sie beschreibt. Die folgende Arbeit beschreibt die präparativen Methoden, die die Risiken der klassischen *Reformatsky*-Synthese mit ihren Unwägbarkeiten umgeht. Damit gelingt es, aus einer Anzahl n Ausgangsstoffen durch ein kombinatorisches Verfahren, theoretisch die Zahl n^2 an Flavon-Derivaten zu erzeugen. Diese präparative Methode bildet die Grundlage für die angekündigte Fortsetzung meiner „Jugend forscht“-Arbeit (2003), um eine Beziehung zwischen der Wirkung als Radikalfänger und der Struktur herstellen zu können.

Da ich parallel an elektrochemischen Methoden für die Bestimmung der antioxidativen Kapazität arbeitete, kam ich auf die Idee, auch die Synthese der Flavon-Derivate elektrochemisch durchzuführen. Grundlage bildete eine ausführliche Literaturrecherche, die den Mechanismus favorisierte, welcher sich durch meine Untersuchungen auch weiter bestätigt wird. Für die

Der Autor

Wie schon 2003 belegte Stephen Schulz aus Gelsenkirchen beim Wettbewerb „Jugend forscht“ 2004 im Bereich Chemie bundesweit den zweiten Platz. Er ist Schüler der Oberstufe der Gesamtschule Buer-Mitte und wird anschließend Chemie in Münster studieren.



Anwendung meines Verfahrens sprechen mehrere Gründe: Erstens die leichtere Durchführbarkeit und erhöhte Sicherheit sowie die bessere Kontrolle der Reaktion durch die elektrochemische Verfahrensweise; zweitens die Vermeidung des direkten Umgangs mit zinkorganischen Verbindungen in Substanz durch Verwendung einer speziellen Apparatur.

Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit einer Reihe von neuen Methoden zur Beschreibung der antioxydativen Wirkung von Radikalfänger. Die Notwendigkeit ergab sich aus der letzten Jugendforscht-Arbeit, wo ich die ABTS-Trolox-Methode anwenden wollte, diese aber auf Grund der schwer zu beschaffenden Stoffe und dem hohen Aufwand nur mit großen Schwierigkeiten durchführen konnte. Zunächst habe ich die Trolox-Methode in ihrer Durchführung etwas abgewandelt.

Zur Beschreibung der Radikalfangereigenschaften reicht eine Methode an sich nicht aus, was sich durch einen Vergleich zeigen ließ. Deshalb habe ich noch zwei weitere Radikale verwendet: einmal das DPPH-Radikal und zum anderen das ANDM-Radikal, die beide leicht aus gut zu beschaffenden Ausgangsverbindungen zu synthetisieren sind.

Durch die Arbeit mit den Verbindungen kam es zu immer weiteren Variationen der Methode, sodass nun ein Methoden-Kit zur Verfügung steht, mit dem man eine erweiterte Palette an Radikalen testen kann. So kommt man zu einer wesentlich differenzierteren Betrachtung der antioxidativen Wirkungen. Zudem sprechen für die Methoden noch weitere Vorteile: leichte Durchführbarkeit, einfache Variationsmöglichkeiten durch wenige gut zu beschaffende Ausgangsstoffe und geringere Kosten. Dieser Methoden-Kit kann eine sonst erforderliche hohe Anzahl von Testmethoden ersetzen, um zu einer höherwertigen differenzierten Beschreibung zu gelangen.

Das neu entwickelte Syntheseverfahren der nun entschärften *Reformatsky*-Reaktion und der Methoden-Kit zur Untersuchung der antioxidativen Wirkung liefern mit wenigen Ausgangsstoffen sehr viele verschiedene Flavon-Derivate (Anthocyane), die als Grundlage für ein weiteres Verständnis der Struktur-Wirkungsbeziehung von gesundheitsrelevanten Radikalfängern beitragen können.

Zusätzlich entstehen Vorteile gegenüber bekannten Verfahren durch die enormen Kosteneinsparungen, ohne dass Abstriche in der Anzahl der synthetisierten und untersuchten Verbindungen gemacht werden müssen (siehe Kapitel 1.2).

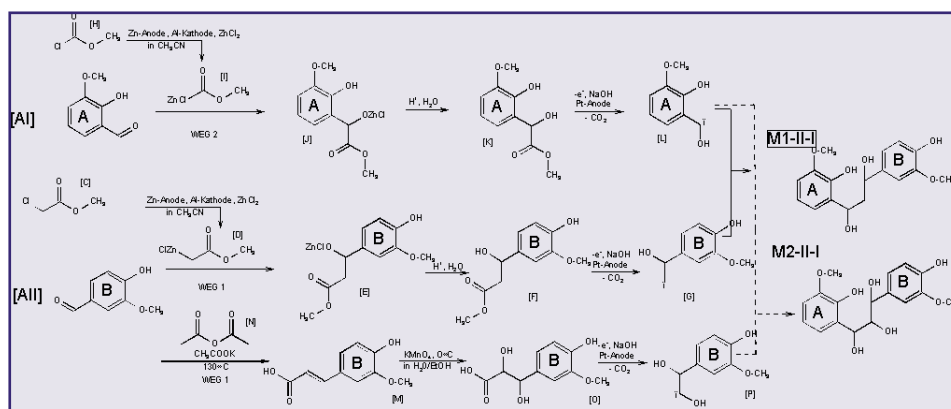


Abbildung 1:
Neues Flavon-
Derivat-Synthese-
konzept

1 Theoretischer Teil

1.1 Synthesemethoden von Anthocyanen

Der Grund für die Notwendigkeit einer Anthocyan-Synthese liegt in der Tatsache, dass man zum Verständnis der Wirkungen als gesundheitsrelevante Radikalfänger eine große Stoffvielfalt zur systematischen Untersuchung benötigt. In der Vergangenheit wurden mehrere Synthesen entwickelt, wobei die Synthese nach *Robinson* zu mäßigen Ausbeuten führt. Eine weitere Variante wurde von mir im Rahmen der letzten Jugend-forscht-Arbeit entwickelt, die von einem Benzaldehyd-Derivat und einem Acetophenon-Derivat ausgeht mit einer Gesamtausbeute von 78 %. Doch diese Synthesen eignen sich nur bedingt zur Synthese der Flavon-Derivate für die systematischen Untersuchungen, weil immer zwei unterschiedliche Stoffklassen benötigt werden und nur ein Produkt zugänglich wird. Das liegt daran, dass Cyclus B (zu den Bezeichnungen Cyclus A und B siehe Abbildung 1) beispielsweise immer aus einem Benzaldehyd und Cyclus A immer aus dem Acetophenon stammen muss, so dass dort nur wenige Kombinationsmöglichkeiten bestehen.

1.2 Antioxidative Testmethoden

Die vorhandenen Methoden zur quantitativen Bestimmung der antioxidativen Kapazität sind sehr vielfältig, gelangen aber bei gleichen Eichsubstanzen je nach verwendetem Testsystem zu abweichenden Ergebnissen. Die Methoden verwenden in den meisten Fällen stabile Radikale, wobei deren Erzeugung durch den Zusatz von Radikalfängern gehemmt wird. Die Auswertung erfolgt meist spektrometrisch über die Radikale selbst oder eingesetzte Modellsubstrate, die das Ziel des radikalischen Angriffs darstellen. Zu den Methoden, die so aufgebaut sind, zählen folgende:

- ABTS-Trolox-Methode siehe Kapitel 1.3.2
- β -Carotin-Bleichung
- ORAC-Methode
- FRAP-Methode
- Corn-Oil-Methode

Die Rancimat-Methode besitzt eine Sonderstellung, weil hier die Testsubstanz mit Schweineschmalz bei 110°C erhitzt wird und die entstehenden Gase im Luftstrom ausgetrieben und im Wasser gelöst werden. Mit Hilfe der Messung der Leitfähigkeit des Wassers erfolgt dann die Bestimmung, ähnlich der Cron-Oil-Methode wo die Auswertung über die gaschromatographische Hexanalbestimmung geschieht.

Die β -Carotin-Bleichung beruht auf dem Abbau von β -Carotin durch Radikale, die aus Linolsäure und sauerstoffreichem Wasser erzeugt werden. Die Methode ist vergleichbar mit der Trolox-Methode.

Bei der ORAC-Methode werden durch ein spezielles System - Hydroxyl- und Peroxidradikale generiert und β -Phycorerthrin dient als Modellsubstrat.

Die FRAP-Methode misst die antioxidative Wirkung durch Messung der Reduktionsfähigkeit an Eisen(III), wobei Eisen dann komplexometrisch nachgewiesen wird.

Die Schwierigkeit bei all diesen Methoden liegt in der praktischen Durchführung. Es lassen sich folgende Problemkomplexe ausmachen: Zum einen die oft sehr teuren, instabilen und schwer zu beschaffenden Ausgangsstoffe und zum anderen das Fehlen eines Aussagevergleichs, um zu einer vollständigeren Beschreibung der Radikalfängereigenschaften zu gelangen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Methoden im Wesentlichen aus den folgenden Schritten bestehen (mit Ausnahmen), was bei der Entwicklung der eigenen Methoden berücksichtigt werden muss:

1. Radikalerzeugung \rightarrow 2. Testsubstanz \rightarrow 3. Modellsubstrat,
- bzw. wenn das Modellsubstrat schon ein Radikal ist:
1. Testsubstanz \rightarrow 2. Modellsubstrat.

1.3 Theoretische Grundlagen

1.3.1 Entwicklung des Flavon-Synthese-Konzepts

Bei der Entwicklung des Konzepts standen folgende Aspekte im Vordergrund: die Möglichkeit der Verwendung von ein und dem selben Ausgangsstoff für die Synthese von Cyclus A und B, einfache selektive Reaktionen, eine leichte Durchführbarkeit und der Sicherheitsaspekt. Zu-

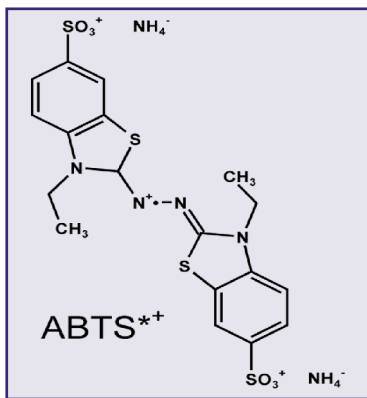


Abbildung 2a: ABTS*+

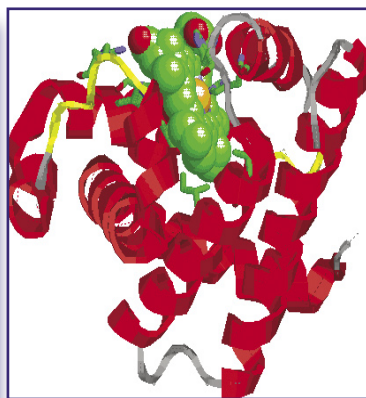


Abbildung 2b: Metmyoglobin

sätzlich sollte die sehr praktische *Kolbe*-Synthese zum Einsatz kommen, was auch bestimmend war für die Entwicklung der Vorstufen.

Das entwickelte Konzept geht nun von Benzaldehyd-Derivaten für die Ausgangsstoffe aus (siehe Abbildung 1): ein Benzaldehyd-Derivat kann entweder auf dem Weg 1 über die Stufe einer Phenylpropionsäure oder mit dem Weg 2 über eine Phenyllessigsäure zu einem Anthocyan umgesetzt werden. Dadurch besteht die Möglichkeit aus 2 Benzaldehyden schon 4 Anthocyane zu erzeugen, durch Umsetzung beider Ausgangsstoffe mit beiden Wegen und entsprechender Kombination im Endschritt. Das heißt, dass aus n Benzyldehyd-Derivaten n^2 verschiedene Anthocyane zugänglich sind.

Der Syntheseweg

Es ist entweder eine rein organische oder metallorganische Variante möglich. Die organische läuft über die *Perkin*-Synthese von einem Benzaldehyd [A] im Beispiel Vanillin bzw. 2-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd, in Gegenwart einer Base mit Essigsäureanhydrid ab und führt zur α,β -ungesättigten Phenylpropionsäure [M]. Diese wird mit Kaliumpermanganat in einer Hydroxylierung zu Dihydroxyphenylpropionsäure [O] umgesetzt, wobei auf die Verwendung von Osmiumtetroxid aus Gründen der Gefährlichkeit verzichtet wird. Die rein organische chemische Vorgehensweise führt aber wegen des unselektiven Hydroxylierungsschrittes zu nicht besonders hohen Ausbeuten (siehe Kapitel 2.3.1).

Aus diesem Grunde habe ich eine Methode entwickelt, die wesentlich schneller zum Erfolg führt. In der Praxis zeigten sich auch bei mir die Probleme der *Reformatsky*-Reaktion (siehe Kapitel 2.2.1). Doch nach der Entwicklung einer elektrochemischen Variante (siehe Kapitel 2.3.2) erwies sich diese Methode als elegante Lösung.

Bei der Reaktion wird die Chloressigsäure [B] zu Chloressigsäuremethylester [C] verestert und mit akti-

viertem Zink zur *Reformatsky*-Verbindung [D] überführt. Diese reagiert nach der Addition von Vanillin [AII] über Zwischenstufe [E] bei der Hydrolyse zur Phenylhydroxypropionsäure [F]. Bei dieser Variante ist aber im Gegensatz zur rein organischen Variante eine α -Hydroxylgruppe weniger vorhanden. Durch die Kolbe-Elektrolyse (siehe Kapitel 2.4) sind nun jeweils die Radikale [G] und [P] zugänglich.

Nun gilt es noch ein Radikal der Struktur [M] herzustellen. Dazu wird analog dem Weg 2 vorgegangen und aus dem Chlormethylformiat [H] die *Reformatsky*-Verbindung [I] dargestellt (elektrochemische Variante Kapitel 2.2.2/3). Diese Verbindung wird nach der Addition von Benzaldehyd [A] zu Phenylglycolsäure [K] hydrolysiert und danach wieder durch die *Kolbe*-Elektrolyse zum Radikal [L] umgesetzt.

Die entstanden Radikale reagieren unter entsprechenden Bedingungen zum Chalkon-Derivat [M1] beim rein organischen Weg 1 oder zu Chalkon [M2] über den zinkorganischen Weg 2. Nun gilt es diesen zinkorganischen Weg in der Praxis zu prüfen (Kapitel 2).

1.3.2 ABTS-Methode

Das ABTS- oder auch Trolox-Methode genannte Verfahren ist eines der ersten Verfahren, um die antioxidative Wirkung ohne Verwendung von Zellmaterial an einem biochemischen Modellsystem zu messen.

Das bei der Methode verwendete Radikal ist das Ferrylmyoglobinradikal, welches aus der Oxidation von Metmyoglobin mit Wasserstoffperoxid entsteht. Bei dem Verfahren erfolgt die Bildung dieses Radikals dem Geschwindigkeitsgesetz erster Ordnung, da der Anstieg der Konzentration mit der Zeit konstant erfolgt. Das Metmyoglobin wird durch Reduktion von Myoglobin mit Kaliumhexacyanoferrat(III) gebildet. Das Protein Myoglobin, das aus 153 Aminosäuren besteht, wird gewählt, da es den im Körper durch oxidativen Stress entstehenden Radikalen am ehesten entspricht. Dieses Ferrylmyoglobinradikal führt nun an einem zugesetzten Substrat, dem 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonsäure) Diamoniumsalz (ABTS) zur Abbildung des periresistenten ABTS*+ Radikals. Dieses Radikal (durch sterische Hinderung ist die Dimerisation eingeschränkt) ist grün gefärbt und lässt sich fotometrisch bei 734 nm bestimmen. Der Zusatz des Radikalfängers bewirkt nun ein Abfangen des Ferrylmyoglobinradikals, sodass die Abbildung von farbigem ABTS*+ verzögert wird. Die Methode wird mit dem Vitamin-E-Analogen Trolox kalibriert. Neben den schwer zu beschaffenden Chemikalien ist die Trennung des Metmyoglobins von überschüssigen Salzen mit besonders viel Aufwand verbunden.

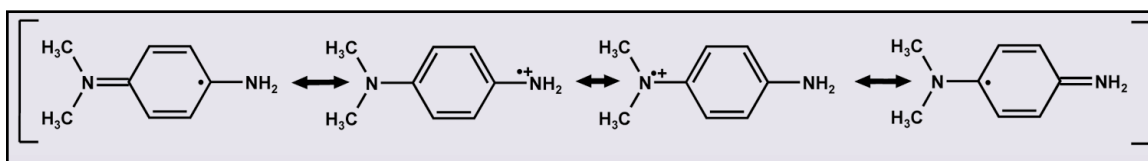


Abbildung 3: ANDM*-Radikal

1.3.3 ANDM-Radikal

Auf der Suche nach einem einfach zu synthetisierenden und stabilen Radikal fiel meine Wahl auf das 4-Amino-N,N-dimethylamin (Abbildung 3), ein einfaches aromatisches Diamin. Dieses Molekül ist durch Oxidation leicht in ein resonanzstabilisiertes Radikal zu überführen. Von diesem Radikal lassen sich vier Resonanzformeln erstellen, wobei in zwei Formeln eine chromophore wirkende C=N-Doppelbindung auftritt, die für die Farbigkeit des Radikals verantwortlich ist. Der Grund, warum dieses Radikal resonanzstabilisiert ist, liegt an der Überlappung der π -Orbitale des aromatischen Systems mit den $2p_z$ -Orbitalen des Radikalzentrums, was zu einem Gewinn etwa der halben Konjugationsenergie führt. Die Halbwertszeit liegt in alkoholischer Lösung bei etwa 48 Stunden, wobei die Dimerisierung als Hauptfaktor der Abreaktion eine Rolle spielt. Dieses Radikal ist durch leicht zugängliche, wenn auch toxische Stoffe mühelos erzeugbar und zudem wegen der thermodynamischen Stabilität an der Luft zu handhaben.

1.3.4 DPPH-Radikal

Das 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl ist ein periresistentes N-zentriertes Radikal, welches eine so hohe kinetische Stabilisierung erfährt, dass es schon als Radikal in Substanz käuflich ist. Die eigentliche Verwendung von DPPH liegt einerseits im Nachweis von radikalischen Zwischenstufen und andererseits in der Analytik von Thiolen. Die Stabilität des Radikals gegen Dimerisierung ist einerseits auf die relativ schwach exotherme Reaktionsenthalpie bei der N-N-Bindungsbildung und andererseits

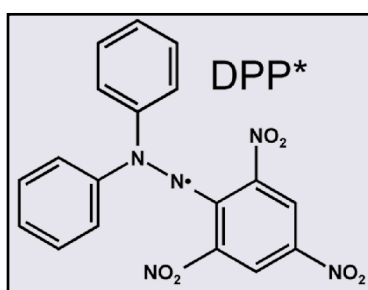


Abbildung 4: DPP-Radikal

auf die starke sterische Hinderung durch die Phenyl-Substituenten zurückzuführen. Diese Hinderung ist sogar so groß, dass dieses Radikal "nur" mit gesundheitsschädlich und nicht krebserzeugend gekennzeichnet ist, weil auch Makromoleküle im Körper durch die sterische Hinderung nicht angegriffen werden. Neben der relativen Ungiftigkeit eröffnet dieses Radikal auf Grund seiner Farbigkeit die Entwicklung von sehr empfindlichen Testmethoden und vor allem die Kombination mit anderen Radikalen macht neue antioxidative kombinatorische Testmethoden zugänglich.

2 Elektrochemisches Synthesekonzept

2.1 Ziele und Planung der praktischen Umsetzung

Ziel der praktischen Umsetzung ist die Entwicklung einer Methode mit möglichst hohen Ausbeuten und

geringen Gefahren zur Synthese von zinkorganischen Verbindungen, um mit diesen das Synthesekonzept zu testen. Die Synthesemethode für *Reformatsky*-Verbindungen soll zusätzlich eine Verbesserung der allgemeinen Direktsynthese dieser Verbindungen sein, um auch den Einsatz der *Reformatsky*-Verbindungen bei anderen Reaktionen zu ermöglichen.

2.2 Synthese Cyclus A mit *Reformatsky*-Reaktion

2.2.1 "Chemische Variante"

Dieses Kapitel soll dem Vergleich der "substrat-chemischen" Variante mit den elektrochemischen Varianten dienen, deshalb werden mechanistische Betrachtungen in Kapitel 2.2.2/4 folgen.

Bei der chemischen Variante wurde 2,5 g Zinkstaub (Merck) [38 mmol] in einem 50 mL Rundkolben, im Vakuum (1 mbar) unter Schutzgas (Stickstoff) aufgeheizt und durch den aufgesetzten Rückflusskühler, tropfenweise eine Methylchlorformiatlösung (1:1 Mischung mit Tetrahydrofuran) zugegeben. Doch auch bei mehrstündiger Beschallung im Ultraschallbad zeigte sich noch keine Reaktion. Eine mit etwas Salzsäure hydrolysierte Probe zeigte, dass sich keine zinkorganische Verbindung gebildet hatte. Erst nach dem Vorheizen des Zinks mit dem Heißluftfön und anschließendem Zutropfen zeigte sich eine Reaktion, wobei es, wie in dem Spottlied auch, im Anschluss zu einer sehr heftigen Reaktion kam. Dabei entstand soviel Wärme, dass die Reaktion durch starkes Herunterkühlen und Stoppen der Eduktzugabe abgebrochen werden musste. Das Versagen dieser Synthesemethode ist vor allem auf das Problem der Passivierung der Zinkoberfläche zurückzuführen, sodass die Reaktion nur sehr schwer anspringt. Dies führt auch zu einer zeitlichen Verzögerung mit großem Eduktüberschuss, der zu einer nicht kontrollierbaren Reaktion führt. Außerdem kann man davon ausgehen, dass nach einer so heftigen Reaktion die *Reformatsky*-Verbindung schon zu einer Diorganozink-Verbindung umgesetzt wird. Aus diesen Gründen eignet sich diese "substrat-chemische" Methode nicht für das geplante Syntheseverhaben.

2.2.2 Elektrolytische Zinkauflösung

Um die Herstellung von zinkorganischen Reagenzien mit Hilfe von elektrochemischen Methoden durchzuführen, ist zunächst einmal die Betrachtung des Reaktionsmechanismus erforderlich.

Die Direktsynthese von Zinkorganen ist erstmals 1849 von *Frankland* und danach von *Reformatsky* durchgeführt worden, der auch die ersten synthetischen Anwendungen entwickelte. Bei der Direktsynthese aus z.B. Halogencarbonsäureestern ist mit einer sich auf



AUFsätze

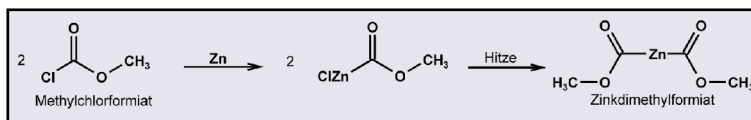


Abbildung 5: Bildung von Diorganozinkverbindungen

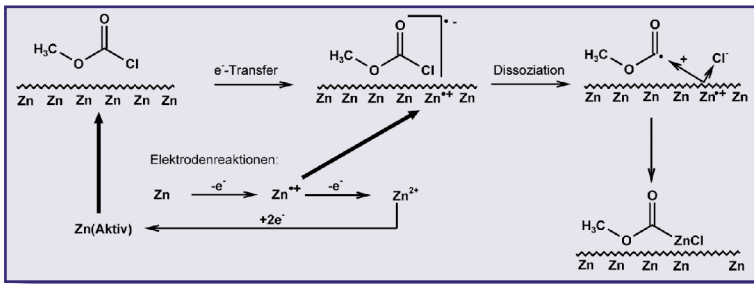


Abbildung 6: Formelschema zur Reformatsky-Reaktion und den Elektrovarianten

der Oberfläche des Zinks befindlichen Oxidschicht zu rechnen. Im Gegensatz zu magnesiumorganischen Verbindungen besitzen die Zinkorganyle eine wegen ihres geringeren nucleophilen Charakters den Vorteil, dass viele funktionelle Gruppen nicht geschützt werden müssen. Die Direktsynthese ist der der Grignard-Verbindungen ähnlich. Vermutlich findet ein sog. Ein-Elektronen-Transfer-Mechanismus (Abbildung 6) an der Oberfläche statt. Dabei kommt es im ersten Schritt zu einer Übertragung eines Elektrons von der Metalloberfläche auf das Methylchlorformiat, wobei ein Radikal-Anion zurückbleibt. Dieses reagiert nun mit einem Zink-Radikal, dissoziiert und es kommt zur Radikal-Addition, wobei sich das Methylzinkchloridformiat bildet. Zusätzlich spielen wie bei den *Grignard*-Verbindungen auch die Bildungen von Dimeren, Trimeren und Tetrameren, sowie die Bildungen von Lösungsmittelkomplexen, eine Rolle.

Die Idee hinter meiner Methode ist, dass man eine Elektrolyse im organischen Medium an einer Zink-Anode durchführt in Gegenwart des Methylchlorformiates. Durch mehrere kleine Vorversuche zeigte sich vor allem zu Anfang das Problem bezüglich der Lösungsmittelwahl. Denn das Lösungsmittel muss eine relativ gute Leitfähigkeit besitzen und inert gegenüber den organischen Zinkverbindungen sein. Acetonitril ist am besten geeignet. Doch seine Eigenleitfähigkeit liegt immer noch im $M\Omega$ -Bereich, was für die Elektrolysen sehr hohe Spannungen und lange Reaktionszeiten zur Folge hat. Als Lösung stellten sich Zusätze von Leitsalzen mit Konzentrationen von etwa $c = 0,1 \text{ mol/L}$ heraus. Dazu eigneten sich Salze wie das Tetrabutylammoniumtetra-

fluorborat oder Tetraethylammoniumbromid. Diese Salze sind vor allem gut löslich in Acetonitril bei guten Leitfähigkeitswerten.

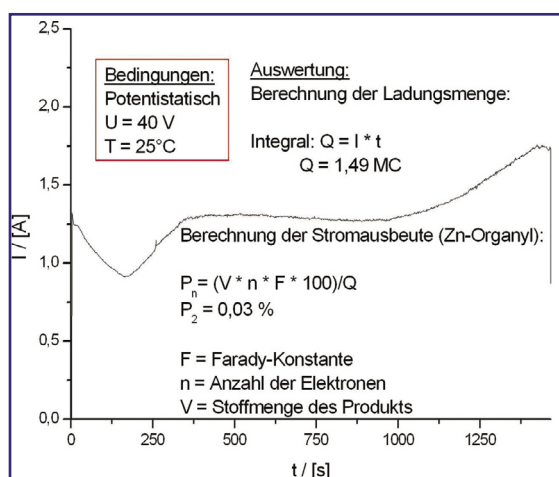
Ein typischer Reaktionsansatz bestand nun aus 15 mL Acetonitril und 5 mL Methylchlorformiat [50 mmol] und 400 mg Tetraethylammoniumbromid. Dieser Ansatz wurde in die Elektrolysezelle gegeben und bei 25°C temperiert und durch Stickstoffeinleitung gut durchmischt.

Als Kathode fanden zuerst Kohlenstoff und Platin Anwendung, was sich aber wegen der Reduktion von Bromid-Ionen als unvorteilhaft erwies. Eine Elektrode aus dem unedleren Aluminium war die Lösung, denn das sich dort abbildende Brom wird sofort zu Aluminiumbromid umgesetzt, was die Leitfähigkeit der Lösung weiter erhöht (siehe Abbildung 7). Es zeigte sich schon nach 30 min eine starke Ablösung an der Zinkoberfläche und eine entsprechend starke Anwachsung von Zink an der Kathode. Die Lösung in der Zelle färbte sich grau mit einem Gelbstich. Die Ausbeute an Methylzinkchloridformiat wurde durch Abreaktion einer Probe der Lösung mit Benzaldehyd überprüft, wobei das Produkt (Phenylglycolsäuremethylester) nach der Hydrolyse des Esters UV-spektroskopisch quantifiziert wurde. Es ergab sich eine Stoffmenge von 18 mmol, die gebildet wurde. Durch Integration der Stromzeitkurve (Abbildung 7) lässt sich eine Stromausbeute 0,03 % über die *Faraday*-Konstante errechnen.

Auch wenn der Wert der Stromausbeute niedrig erscheint, wird die Hauptladungsmenge durch reversible Zink-Abscheidung verbraucht. Es kommen für den Mechanismus meiner Meinung nach zwei Thesen in Frage:

- Zink wird anodisch zu Zinkionen oxidiert, welche an der Kathode wieder reduziert werden und dort dann die Reaktion mit Methylchlorformiat erfolgt. Diese Reaktion erfolgt wegen der feinen Verteilung des Zinks an der Kathode und zusätzlich wegen der hier nicht vorhandenen Oxidschicht (Schutzgas, inertes Lösungsmittel),
- In der direkten Durchtrittsschicht des Stromes kommt es zum Entzug von nur einem Elektron statt eines Elektronenpaares, wobei sich dann das elektroaktivierte Zn(O) bildet und direkt weiter zur zinkorganische Verbindung reagieren (Abbildung 8) könnte.

Abbildung 7: Strom-/Zeitkurve der Elektrosynthese

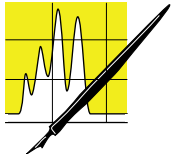


Welcher der beiden Mechanismen zutreffend ist, muss noch durch meine weiteren Forschungen geklärt werden.

Als jetziges Fazit gilt, dass eine Methode gefunden wurde, mit der man die sonst so kritische *Reformatsky*-Synthese durch eine einfachere und sicherere Methode mit Ausbeuten von 32 % (oder höher bei längerer Elektrolyse) ersetzen kann.

2.2.3 Elektrolytische Zinkaktivierung (durch Abscheidung)

Die im vorigen Kapitel beschriebene Methode hat noch einen Nachteil: Man muss eine große Menge an Leit-



salz zusetzen, was bei der Produktgewinnung wieder entfernt werden muss. Da aber das Leitsalz nur solange notwendig ist, bis es zu einer entsprechenden Konzentration an Aluminium- und Zink-Ionen gekommen ist, liegt es nahe Zink-Ionen schon vorher zuzusetzen.

Aber auch hierbei kann nicht auf ein Leitsalz verzichtet werden, wie sich in Vorversuchen zeigte, weil auch dort die Löslichkeit von z.B. dem relativ gut löslichen Zink(II)-chlorid noch zu gering ist.

Es hat sich ein Ansatz aus 15 mL Acetonitril mit 5 mL Methylchlorformiat, nur 200 mg Tetraethylammoniumbromid, und mit zusätzlichen 400 mg Zink(II)-chlorid (3 mmol) als brauchbar erwiesen. Da aber 3 mmol Zink(II)-chlorid nur wenig Produkt ergeben, wird zusätzlich mit einer Zink-Anode gearbeitet. Dabei zeigte sich in der Stromzeitkurve ein mehr oder weniger zeitlich konstanter Umsatz. Die durch die Benzaldehyd-Methode (siehe Kapitel 2.2.2) ermittelte Stoffmenge an Methylzinkchloridformiat betrug 25 mmol und die Stromausbeute 0,14 %. Es wurde bei gleichen äußeren Bedingungen wie in Kapitel 2.2.2 gearbeitet. Nach dieser Methode, bei der Zink-Ionen von Anfang an die Leitfähigkeit und Stromausbeute verbessern, wurden die beiden Benzaldehyd-Derivate Vanillin und 2-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyd (Ansatz 20 mmol) mit dem elektrochemisch erzeugten Zinkorganyl umgesetzt, ohne die zwischenzeitlich gebildeten Zinkorganyle zu isolieren.

Dazu wird das rechtwinklige Kreuz-Stück auf der Elektrolysezelle durch ein schiefwinkliges T-Stück mit Rückflusskühler ersetzt. Anschließend werden durch ein Septum 20 mmol Edukt in 8 mL Acetonitril zugesetzt, wobei sich eine hellgelbe Lösung bildet. Diesen Ansatz temperiert man mit dem Thermostaten auf 80°C und lässt ihn 30 min schwach sieden. Danach werden bei Raumtemperatur 10 mL verd. Salzsäure zur Hydrolyse zugesetzt und die untere Phase mit einer Spritze abgesaugt. Die obere Phase wird noch in der Zelle durch erneutes Erhitzen eingengt (Kühler um 60° gedreht) und auf ca. 1 mL reduziert und zum Kristallisieren stehen gelassen. Die Gesamtausbeute der Reaktion bis zum Produkt [K] (Abbildung 1) beträgt 78 % bezogen auf Vanillin.

Die Reaktion entspricht einer *Reformatsky*-typischen Addition an einer Carbonylverbindung zu einer enolartigen Zwischenstufe (Abbildung 1 [E]), die dann hydrolysiert wird.

Die Identität und Reinheit des Produktes konnte durch ein IR-Spektrum (KBr-Pressling) mit eigenem IR-Spektrometer nachgewiesen werden [keine C=O-Schwingung; MeO-, -COOH, und -OH vorhanden].

2.2.4 Elektroanalytik zum Mechanismus

Weiter sollte die elektrochemische Untersuchung der Reaktionen auf der Zinkoberfläche bei dem elektrochemisch gestützten Reformatsky-verfahren untersucht werden. Es sollte geklärt werden, welche der beiden Thesen (Kapitel 2.2.2.) zutrifft. Im Fall der These einer Unterstützung der Reaktion durch Bildung eines Zink-Radikals ergibt sich evt. auch für andere Metalle die Möglichkeit zur Direktsynthese von metallorganischen Verbindungen, welche auf "substrat-chemischen" Weg nicht zugänglich sind.

Zur Analytik wurden die Methoden Cyclische Voltammetrie und Chronoamperometrie in einem selbst zusammengestellten Messsystem verwendet.

Cyclische Voltammetrie

Bei der Methode wird das Potential der Arbeitselektrode in Form einer Dreiecksspannung geändert und der dabei fließende Strom beobachtet. Die typische Form von Cyclovoltammogrammen (CV) lässt sich wie folgt erklären:

- Durch Potentialanstieg kommt es zum Elektronentransfer, bei dem durch Oxidation/Reduktion Edukte verbraucht werden, begleitet durch einen Stromanstieg.
- Durch weiteren Potentialanstieg kommt es nun, gemäß *Nernstscher*-Gleichung, zur Bildung eines immer steileren Konzentrationsgradienten, wodurch das Strommaximum entsteht.
- Nun setzt die Diffusion ein, sodass sich der Konzentrationsgradient in die Lösung ausbreitet und so an Steilheit verliert, was zu einem Stromabfall führt.

Bei der Untersuchung der Zinkorganischen Reaktionen muss ein nicht-wässriges Elektrolytssystem mit einem

Abbildung 8a: CV Zink in Acetonitril

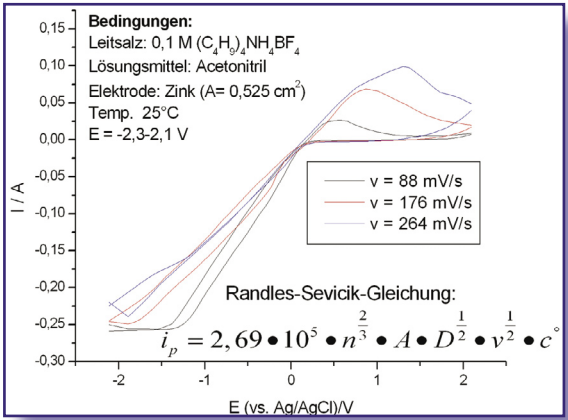
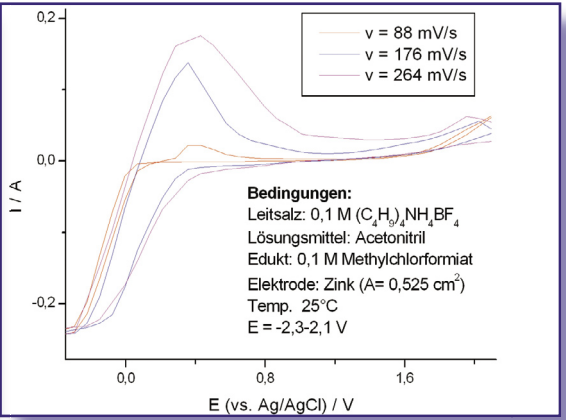


Abbildung 8b: CV Methylchlorformiat an Zink



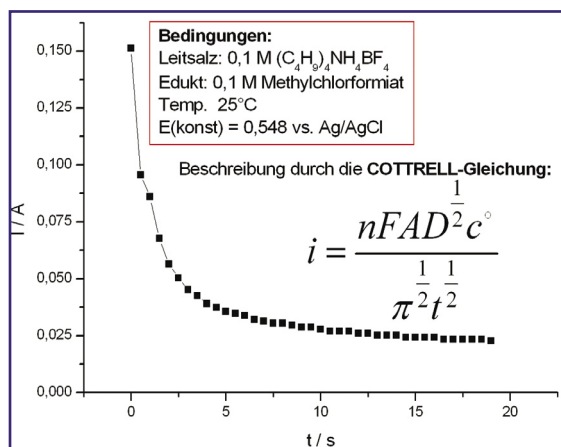


Abbildung 8c: CA Methylchlorformiat an Zink

Leitsalz wie Tetraäthylammoniumtetrafluorborat eingesetzt werden, welche in Acetonitril einen Potentialbereich von -2,3 bis 2,1 V erlaubt (es wurde jeweils eine Grundstromsubtraktion durchgeführt).

In dem ersten CV (Abbildung 8a) sind die Oxidationspeaks einer Zink-Elektrode bei verschiedenen Spannungsvorschubgeschwindigkeiten aufgetragen. Es zeigt sich das in diesem Bereich ein Verhalten nach der *Randles-Sevcik*-Beziehung vorliegt. In den zweiten CVs ist nun dieselbe Messung unter Zusatz von 0,1 M Methylchlorformiat dargestellt. Auf Grund der Unbekannten: n (Elektronenanzahl) und D (Diffusionskoeffizient) ist die *Randles-Sevcik*-Beziehung nicht anwendbar. Deshalb soll erst einmal geprüft werden, ob der Elektronenübergang reversibel, irreversibel oder quasireversibel ist.

Im reversiblen Fall würde nur der Massentransport durch Diffusion zur Elektrode den Stromfluß bestimmen, im irreversiblen Fall ist die Geschwindigkeit des Elektronentransfers entscheidend, im quasireversiblen Fall beides.

Für den reversiblen Elektronentransfer sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- $E_p^{ox} \neq f(v)$, gefunden $E_p^{ox} = f(v)$
- $i_p^{ox} \sim \sqrt{v}$, kein linearer Zusammenhang
- $|E_p^{ox} - E_p^{red}| = \Delta E_p = 58 \text{ mV}$ [$\neq f(v)$], gefunden $\Delta E \neq 58 \text{ mV}$ [$= f(v)$]
- $i_p^{red}/i_p^{ox} = 1 \neq f(v)$, gefunden $i_p^{red}/i_p^{ox} < 1$

Auf Grund dieser Nachweise an dem CV kann man nun schon auf eine nicht reversible, also nicht rein durch Massentransport bestimmte Reaktion schließen. Auf Grund eines Peakstromverhältnisses kleiner 1 kann mit dem schwachen Reduktionspeak auf eine chemische Folgereaktion geschlossen werden. Das heißt an der Arbeitselektrode bildet sich schon die *Reformatsky*-Verbindung. Da dieser Vorgang sich in der Diffusionsschicht abspielt, ist dies ein Hinweis auf ein Zinkradikal als Zwischenstufe. Ein Argument für einen irreversiblen Mechanismus ist durch die Tatsache gegeben, dass sich E_p^{ox} um 30 mV bei $v/10$ verschiebt.

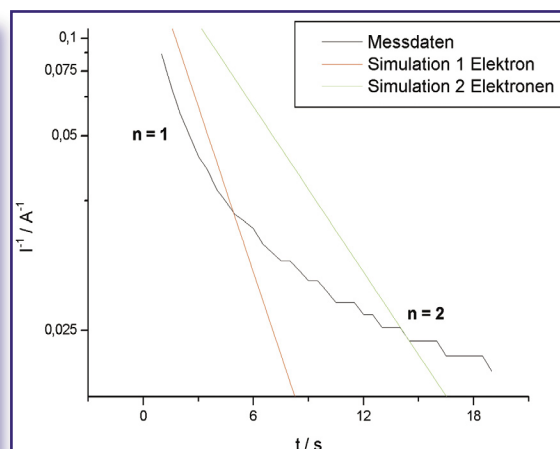


Abbildung 8d: CA-Simulation

Abschließend lässt sich festhalten, dass die These, die von Zinkradikalen ausgeht, zutreffen kann, weil eine chemische Folgereaktion in der elektrochemischen Doppelschicht auftritt.

Chronoamperometrie (CA)

Bei der CA wird das Potential gemäß einer Rechtecksspannung erhöht, wobei das Potential so gewählt wird, dass der zu untersuchende Elektrodenprozess dort mit maximaler Stromstärke abläuft. Die entstehende Strom-/Zeitkurve gibt nun Auskunft über die Größe des Diffusionskoeffizienten und der Anzahl der Elektronen, die benötigt werden. Der Verlauf dieser Strom-/Zeitkurven lässt sich durch die *Cottrell*-Gleichung beschreiben, wodurch es möglich ist, eine Simulation eines CAs mit unterschiedlichen Anzahlen an umgesetzten Elektronen durchzuführen. Da der Diffusionskoeffizient einen sehr kleinen Betrag hat, ist es in Näherung möglich, ohne dessen Kenntnis ($D=1$), eine solche Simulation durchzuführen (Abbildung 8d). Daraus ist ersichtlich, dass die Oxidation des Zinks in zwei Schritten aufeinanderfolgend beschrieben werden kann: erst der Entzug eines Elektrons zum Zinkradikal, danach der die Abgabe eines zweiten Elektrons unter Bildung des das Zn^{2+} -Ions.

Einen Beweis, dass die These über die Zinkradikalkationen nicht allein zutreffen kann, wird dadurch geliefert, dass sich auch nach Übergang von $n = 1$ zu $n = 2$ noch weiter Produkt bildet. Diese Produktabbildung ist dann auf die Abreaktion des Eduktes mit mikrokristallin abgeschiedenem Zink zurückzuführen.

Aus der vorgenannten Hypothese der elektrochemischen Abbildung von Radikalkationen des Zinks Zn^{+} in der Übergangphase zum Zink $^{2+}$ -Ion bietet Anlass zu Annahme weiterer neuer präparativer Methoden unter Verwendung anderer Metalle, die zur Bildung von höherwertigen Kationen neigen. Dieses wird zur Zeit untersucht.

Teil 2 dieses Artikels in der nächsten CLB zeigt eine alternative Synthese-Methode und stellt einen Methodenvergleich an.

CLB – Memory

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

Juli 2004

Nachwachsende Rohstoffe Teil 9: Amylose und Amylopektin

Zuchtkartoffeln mit besonderer Stärke

Kartoffeln enthalten in ihren Stärkekörnern zwei Polysaccharid-Arten: Amylose und Amylopektin. Für die menschliche Ernährung sind beide Bestandteile gleichwertig. Ein Großteil industrieller Anwendungen erfordert aber möglichst reines Amylopektin. Da eine chemische Trennung aufwändig ist und gentechnisch veränderte Pflanzen wenig akzeptiert sind, wollen Forscher neue Kartoffeln klassisch züchten.

In Stärkekörnern von Pflanzen liegen im Allgemeinen 20 bis 30 Prozent Amylose und etwa 70 bis 80 Prozent Amylopektin vor. Amylopektin hat die für viele industrielle Anwendungen oft erwünschten Kleistereigenschaften. Amylose dagegen hat sehr gute Filmbildungseigenschaften, weshalb man sie zur Herstellung von Filmen und Folien verwendet (siehe auch CLB 01/2003, Seite M6).

Amylose

Amylose besteht aus unverzweigten Ketten von Glucosemolekülen, die (1-4)-glykosidisch miteinander verbunden sind. Bei Getreide sind 1000 bis 2000 Glucosemoleküle miteinander verbunden, bei Kartoffeln bis zu 4500. Mit Iod-beziehungsweise Iod-Kaliumiodidlösung färbt sich Amylose blau. In heißem Wasser ist sie löslich. Die Lösung ist klar und sehr zähflüssig (hochviskos). Ohne Rühren bildet sich beim schnellen Abkühlen des Kleisters ein Gel aus, unter Rühren wird die Masse zähflüssiger.

Das Gel geht mit der Zeit in einen unlöslichen mikrokristallinen Zustand über.

Amylopektin

Amylopektin besteht aus verzweigten Glucosemolekül-Ketten mit (1-4)- und (1-6)-Bindungen. Das Molekulargewicht von Amylopektin ist ungefähr um den Faktor 10^3 bis 10^4 höher als das von Amylose und beträgt etwa 10^7 bis zu $2 \cdot 10^8$ Dalton. Amylopektin quillt beim Erhitzen. Es bildet sich ein Kleister aus gequollenen Stärkekörnern in einer Stärkelösung. Die Temperatur, bei der dies geschieht, ist von der Stärkezusammensetzung abhängig (Verkleisterungstemperatur). Mit Iod-beziehungsweise Iod-Kaliumiodidlösung bildet sich eine rotviolette bis rotbraune Färbung.

Stärke als Nachwachsender Rohstoff

Hauptstärkelieferanten sind Kartoffeln, Weizen und Mais. Obwohl Weizen und Mais etwa 60 bis 70 Prozent Stärke enthalten, die Kartoffel dagegen nur knapp 20 Prozent, liefert sie doch den größten Ertrag pro Hektar Anbaufläche. Rund ein Drittel der in Deutschland angebaute Kartoffeln dient einzig zur Stärkeproduktion. Die dafür angebaute Menge hat sich seit 1980 etwa verdreifacht.

Stärke als nachwachsenden Rohstoff nutzt vor allem die Papier- und Textilindustrie – etwa für Gummierungen oder glattere Webfäden. Man verwendet Stärke auch in Baustoffen, Verpackungsmateriali-

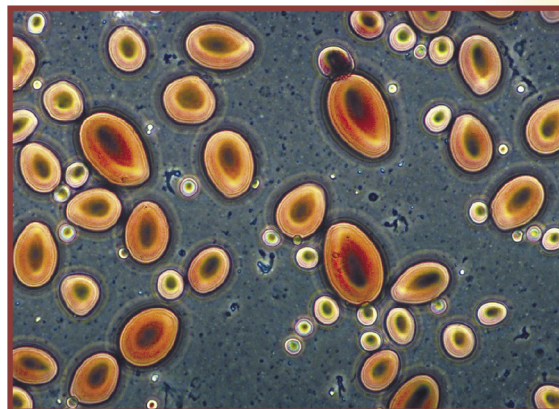
en, Tapetenkleister und Waschpulver, für Folien und Kosmetika.

Verfahren, um beide Polysaccharid-Formen zu trennen, sind sehr aufwändig und führen oft zu hoher Abwasserbelastung. Daher suchen Forscher seit Jahren nach anderen Wegen. Gentechnisch veränderte Kartoffeln, die nur Amylopektin bilden, gibt es inzwischen. Als anbaubare Sorte sind sie jedoch noch nicht zugelassen und Transgenes auf dem Acker führt immer wieder zu Protesten.

Antisense-Strategie in der Gentechnik

An der Bildung der Amylose in Pflanzen ist unter anderem das Enzym Stärkesynthase beteiligt. Es wird in den Ribosomen hergestellt. Die Bauanleitung für die Stärkesynthase ist verschlüsselt in dem dafür zuständigen Gen und wird mit Hil-

Stärkekörnchen im Gewebe einer Kartoffel. Die Farbreaktion mit Iod kann unter dem Mikroskop zeigen, ob die Knolle so wie hier weitgehend frei von Amylose ist: Wenn die Stärkekörner neben Amylopektin auch Amylose enthalten, färben sie sich blau, anderenfalls rot (Bild: Fraunhofer IME).



fe der Boten-RNA (mRNA = messenger-RNA) abgeschrieben und in den Ribosomen übersetzt. Die RNA funktioniert dabei wie eine Matrize. Ihre Struktur ist komplementär zu dem abgelesenen Gen. Hier nun setzen die Gentechniker an. Damit die Erbinformation für die Stärkesynthese gar nicht erst bis in die Ribosomen gelangen kann, schleusen sie ein künstliches Gen ein, welches sozusagen das Gegenstück – also gegensinnig (antisense) – zu dem Stärkesynthese-Gen ist. Dessen m-RNA lagert sich als passendes Gegenstück an die m-RNA der Stärkesynthese an und blockiert sie auf diese Weise. Die Information zur Herstellung des Enzyms wird so bereits im Vorfeld abgefangen.

Klassische Züchtung – modern

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME arbeiten an einer Alternative: Sie züchten eine

neue Kartoffelsorte klassisch. Gefördert wird das Verbundprojekt von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR). „Aus der Gentechnik wissen wir, dass nur ein einziges Gen ausgeschaltet werden muss, damit die Kartoffel keine Amylose mehr bildet“, sagt Jost Muth vom IME. Dazu behandeln die Forscher Kartoffelsamen mit Ethylmethansulfonat, das man seit langem in der Züchtung einsetzt. Es erzeugt zufällige Punktmutationen im Erbgut. Diese analysieren die Wissenschaftler und wählen Pflanzen aus, deren „Amylose-Gen“ beschädigt ist, um sie weiter zu züchten. Ein Problem dabei ist, dass die typische europäische Kartoffel vier Chromosomensätze hat – sie ist tetraploid und folgt daher sehr komplizierten Vererbungsmustern. Ausserdem sind die Kopien der Gene meist nicht vollkommen identisch. „Um Veränderungen des Gens überhaupt nachweisen

zu können, mussten wir daher erst Kartoffeln finden, bei denen die Kopien gleich aussehen“, sagt Muth. „Nur diese Kartoffeln züchten und mutieren wir weiter.“ Die vielversprechendsten Kandidaten sind nun bei einer kooperierenden Biotechfirma, die durch Kreuzung Eigenschaften wie Resistenz und Ertrag optimieren wird.

Die IME-Forscher analysieren das Erbgut jeder Pflanzengeneration. Nur Kartoffeln mit je zwei defekten „Amylose-Genen“ werden weitergezüchtet, um die Mutation zu erhalten. Die besten unter ihnen werden abschließend gekreuzt. Ein Sechsendreißigstel ihrer Nachkommen trägt dann vier defekte „Amylose-Gene“ und damit die Voraussetzung, nur noch Amylopektin zu bilden. Bis die ersten amylosefreien Zuchtkartoffeln auf dem Acker blühen, rechnen die Forscher allerdings noch mit einigen Jahren. MB

SI-Einheiten				
Physikalische Basisgröße	Basiseinheit Name	Symbol	SI-Einheiten	andere bzw. USA-Einheiten
Länge l	Meter Millimeter Mikrometer	m	SI-Basiseinheit mm μm	100 cm; 1,09361 yd; 3,2808 ft 0,1 cm; 0,03937 in 10,000 Å
Fläche A	Quadratmeter Quadratmillimeter		m^2 mm^2	0,01 ar; 10,764 sq ft 0,01 cm^2 ; 0,00155 sq in
Volumen V	Kubikmeter Liter	l	m^3 dm^3	35,3145 cu ft 0,2642 gal
Zeit t	Sekunde	s	SI-Basiseinheit	day = $8,64 \cdot 10^4$ sec.
Masse m	Kilogramm	kg	SI-Basiseinheit	2,2046 lb
Kraft F	Newton	N	kg m s^{-2}	0,102 kp; 10 dyn; 0,2247
Druck p	Pascal Megapascal	Pa MPa	N/m^2 $\text{N/mm}^2 = 10 \text{ Bar}$	0,0075 Torr; 2,05 lb/sq ft 10,2 at; 142,23 lb/sq in (Psi)
Energie E	Joule	J	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} (= \text{Nm}^2)$	0,2388 cal; 0,9476 BTU
Leistung P	Watt	W	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} (= \text{J s}^{-1})$	$1,36 \cdot 10^{-3}$ PS
Stoffmenge n	Mol	mol	SI-Basiseinheit	val; äq; eq
Massenkonzentration ρ_B			kg m^{-3} ; g/l^{-1} ; mg/l	[% w/v; ppm] obsolete
Massenverhältnis ω_B			kg/kg; g/kg; mg/kg	[% w/v; ppm] obsolete
Volumenverhältnis φ_B			$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$; 1; ml/l; $\mu\text{l/l}$	[vol%; %v/v; ppm] obsolete
Molarität C_B			mol m^{-3} ; mol/l; mmol/l	[M; N; m; n; äq/l] obsolete
Molalität m_B			mol kg^{-1} ; mmol/kg	
Katalytische Aktivität	Katal Microkatal Nanokatal	kat μkat nkat	mol s^{-1} $\mu\text{mol s}^{-1}$ nmol s^{-1}	$6 \cdot 10^7 \mu\text{mol/min} = 6 \cdot 10^7 \text{ U}$ 1 $\mu\text{kat} = 60 \text{ U}$; 1 U = 0,0167 μkat 16,67 nkat = 1 U = 1 $\mu\text{mol/min}$
Viskosität		η	$\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{N m}^{-2} \text{s}$	1000 cP
Lichtabsorption		A	$-\log I/I_0$	E; OD; %A = $100 (1 - 10^{-A}) = 100\% T$

Nützliche Ratgeber 10 bis 13:

Nanotechnik und Studien zu Technikentwicklungen

Ein dreiteiliger Foliensatz zu Grundlagen, Anwendungen und gesellschaftspolitischen Aspekten informiert über Chancen und Potenziale der Nanotechnologie. Die Präsentationsmaterialien sind frei unter www.nanotruck.de/presentationen abrufbar und können im Unterricht, in Seminaren oder in Vorträgen eingesetzt werden.

Das VDI Technologiezentrum hat im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts einen dreiteiligen Foliensatz mit dem Titel „Reise in den

Nanokosmos“ zusammengestellt. Zu den Materialien haben mehr als 40 Kompetenzzentren, Forschungseinrichtungen und Firmen beigetragen. Die Sammlung soll regelmäßig ergänzt werden. Weitere allgemeinverständliche Entwürfe können daher jederzeit an heyeweyers@vdi.de gesendet werden.

Das BMBF fördert das Forschungsfeld Nanotechnik im Jahr 2004 mit insgesamt 270 Millionen Euro. Ziel ist es, Wirtschaft, Beschäftigung und Qualifikation in Deutschland voranzubringen sowie den Nutzen der Nanotechnologie für die Menschen zu sichern.

Herstellung von Quantenpunkten

Metall-organische Gase (z.B. Arsen-Wasserstoff, Tri-Methyl-Gallium) werden über einen Halbleiter-Wafer geleitet.

Gase zerfallen, Metallatome kondensieren und bilden (bei richtiger Temperatur und Druck) Nano-Kristalle: Quantenpunkte durch Selbstorganisation

Reaktionsgase → Wafer → Heizung -600°C

Eigenschaften und Anwendungspotenzial von Kohlenstoff-Nanoröhren (engl. Carbon-Nanotubes, CNT)

Kohlenstoff-Nanoröhre als elektronischer Transistor (Ulm, Basel)

Eigenschaften:

- Stiefelhart: 2000 x Diamant
- Druckfestigkeit: 2 x Kevlar
- Zugfestigkeit: 10 x Stahl
- hohe elektr. Leitfähigkeit

Anwendungspotenzial:

- Feldemissionsdisplays
- CNT-Elektronik
- Aktuatoren
- Verbundwerkstoffe (H₂ Speicherung), ...

Drei wesentliche Eigenschaftsänderungen in der Nanowelt

- Quantenmechanisches Verhalten:** „Neue“ Technische Physik durch Änderung von Farbe, Transparenz, Härte, Magnetismus, elektrischer Leitfähigkeit.
- Vergrößerte Oberfläche:** „Neue“ Chemieprozesse durch Änderung von Schmelz- und Siedepunkt, chemischer Reaktivität, katalytischer Ausbeute.
- Molekulare Erkennung:** „Neue“ Bioanwendungen durch Kombination mit Selbstorganisation, Reparaturfähigkeit, Adaptionfähigkeit, Erkennungsfähigkeit.

Ein Rasterkraftmikroskop in Aktion

Laserstrahl zum Bestimmen der Auslenkung der Sondenspitze → Der Laserstrahl wird abgelenkt

Probe wird vorgeschoben

Ausgangsposition des Federarms → Die Rauigkeit der Probe lenkt den Federarm aus.

Nachhaltigkeit

Wissenschaftler des Berliner Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) haben in acht EU-Staaten erforscht, welche politisch-gesellschaftlichen Institutionen etabliert wurden, um eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben. Die nun als Buch vorliegende Untersuchung enthält auch Empfehlungen, wie man möglichst effektiv das Leitbild der „Nachhaltigen Entwicklung“ umsetzen könnte. Die EU-Vergleichsländer sind Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Niederlande und Schweden. Auftraggeber war das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). Weitere Informationen finden Sie unter www.izt.de/publikationen/zukunftsstudien/nachhaltigkeitspolitik_in_eu-staaten_30.html.

Prognosen

Die VDI Technologiezentrum GmbH erstellte eine Übersichtsstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Die Studie vergleicht Technologieprognosen aus den USA, Europa und Japan. Sie gibt einen Überblick über die nationalen Einschätzungen und verdeutlicht die unterschiedliche thematische Schwerpunktsetzung. Grundlage für die Vergleichsstudie war eine Recherche von Technologieprognosen. Aufgrund der Fülle der vorgefundenen Studien war eine scharfe Auswahl und Begrenzung erforderlich. Es wurden sechs Prognosen ausgewählt und inhaltlich verglichen. Die Studie ist kostenlos erhältlich unter E-Mail: holtmannspoetter@vdi.de. Weitere Informationen finden Sie unter www.zt-consulting.de.

Transfer

Neu aufgelegt hat die Universität Stuttgart ihre Technologietransferbroschüre „Forschung – Entwicklung – Beratung“ (Research – Development – Consulting). Ein ausführliches Stichwortverzeichnis vermittelt einen Eindruck von der Vielfalt des Forschungsspektrums: Das reicht von Abwassertechnik über Altlastensanierung, Bauwesen oder biologisch abbaubare Kunststoffe bis zu Dünnschicht-Solarzellen, Fabrikplanung, Lärmschutz, Luftreinhaltung, Materialprüfung, Simulationstechnik, Sonnenergieerzeugung, Techniksoziologie, Umweltforschung, Unternehmensprozesse, Windenergie und Zuverlässigkeitstechnik. Die Broschüre kann kostenlos bei der Uni-Presestelle bezogen werden unter Fax 0711/121-2188 oder E-Mail: presse@uni-stuttgart.de.

Zwölf hochgiftige Chemikalien in 50 Staaten weltweit verboten Stockholmer Abkommen ist in Kraft

Seit kurzem ist das im Jahr 2001 auf einer diplomatischen Konferenz in Stockholm gezeichnete Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (persistent organic pollutants POPs) in Kraft – neunzig Tage nachdem die im Vertrag geforderte Mindestzahl von 50 Vertragsstaaten dem Abkommen beigetreten sind.

POPs sind Substanzen, die in der Umwelt nur sehr langsam abbaubar sind. Beispiele sind das Pflanzenschutzmittel DDT oder die Industriechemikalie PCB, das unter anderem beim Bauen als Dichtungsmasse oder in Kondensatoren verwendet wurde. Viele POPs sind in Deutschland bereits lange verboten. Weltweit waren sie jedoch immer noch im Einsatz.

Vor allem im Fettgewebe von Tier und Mensch reichern sich POPs an und entfalten langfristig schädliche Umwelt- und Gesund-

heitswirkungen. Das Abkommen untersagt künftig die Verwendung der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Mirex und Toxaphen sowie der Industriechemikalie Hexachlorbenzol. Darüber hinaus sieht der Vertrag ein Verbot der Verwendung von DDT und PCBs vor. Weiterhin umfasst er die Verpflichtung, auch unbeabsichtigt gebildete Stoffe mit POP-Eigenschaften – wie chlorierte Dioxine und Furane – durch technische Maßnahmen so weit wie möglich an der Quelle ihrer Entstehung und Freisetzung zu reduzieren. Weltweit lagern insbesondere in Entwicklungsländern Tausende Tonnen von Altpestiziden und ausrangierten PCB-haltigen Geräten. Das Übereinkommen verlangt daher, dass Abfälle, die aus POPs bestehen oder mit ihnen verunreinigt sind, erfasst und umweltgerecht entsorgt werden müssen.

Das Wort **persistent** kommt aus dem Lateinischen. Es bedeutet andauernd, dauerhaft und setzt sich aus der Vorsilbe per = 'durch' und dem Wort sistere = 'stellen' zusammen.

Mit dem Inkrafttreten der Stockholmer Abkommens ist der Prozess aber noch nicht beendet. Das Programm der ersten Vertragsstaatenkonferenz, die 2005 in Uruguay stattfinden wird, ist dicht gedrängt: So soll ein Gremium Vorschläge der Vertragsparteien zur Aufnahme weiterer Substanzen mit POP-Eigenschaften in die vertraglichen Regelungen überprüfen.

Das Stockholmer Übereinkommen sieht die Möglichkeit vor, dass einzelne Länder spezifische Ausnahmen zur weiteren Anwendung des DDT zur Malaria-Mückenbekämpfung beantragen können. Solche Ausnahmen sind jedoch auf drei Jahre befristet und verlangen zur Rechtfertigung die Entwicklung einer Seuchenbekämpfungsstrategie unter Einbeziehung umweltgerechterer Alternativen. Daher sollen Wege diskutiert werden, solchen Ländern zu helfen, Alternativen zur Malariabekämpfung mittels DDT zu entwickeln. Schließlich wollen die Vertragsstaaten Leitlinien zur Anwendung der „besten verfügbaren Technik“ verabschieden, um eine Minimierung der Emissionen von POPs aus Quellen wie Verbrennungsanlagen oder Metallschmelzen zu erreichen, in denen diese Substanzen unbeabsichtigt gebildet werden.

Deutschland und eine Reihe von EU-Staaten haben das Übereinkommen bereits ratifiziert. Die Europäische Union wird noch in diesem Jahr folgen, nachdem sie mit einer Verordnung zur Umsetzung der Inhalte des Übereinkommens ihre gesetzlichen Regelwerke angepasst hat.

POPs in der Arktik

POPs reichern sich vor allem in arktischen Regionen an. Deshalb kann man dort hohe POP-Konzentrationen in Robben, Eisbären aber auch Menschen nachweisen, die diese giftigen Chemikalien als Endglieder der Nahrungsketten ansammeln. Die Konzentrationen liegen mittlerweile in Bereichen, in denen schädliche Auswirkungen auf das Immun- oder Nervensystem auftreten oder die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.

Tschechische Chemiker haben zudem ermittelt, dass zum Beispiel Chlorkohlenwasserstoffe durch Reaktionen in Eis deutlich an Giftigkeit gewinnen können. Sie untersuchten das Verhalten von 2-Chlorphenol und 4-Chlorphenol. In Wasser gelöst und mit ultraviolettem Licht bestrahlt, zerfielen beide Verbindungen binnen 30 Minuten. In Eis gebunden, waren sie dagegen auch nach zehn Stunden UV-Bestrahlung noch nachweisbar. Im Eis war der häufigste Reaktionstyp die Verknüpfung zweier Chlorphenol-Moleküle zu verschiedenen Dimeren. Diese Biphenyle, etwa das

5-Chlorbiphenyl-2,4'-diol, waren nicht nur stabiler als die Ausgangsstoffe. Bei Tests an Bakterien und Leberzellen von Ratten erwiesen sie sich auch als deutlich giftiger.

Die Anreicherung von alpha-Hexachlorcyclohexan (alpha-HCH), das bei der Herstellung von Lindan entsteht, zeigen Luftuntersuchungen kanadischer Chemiker. Zuletzt in Südostasien im großen Maßstab ausgebracht, wird die Verbindung mit Wind und Meeresströmungen durch den indischen Ozean, um Afrika herum und im atlantischen Ozean gen Norden verfrachtet. Dort verhindern die kühlen Temperaturen sowohl den Weitertransport als auch den Abbau. Die Forscher errichteten Messstationen, die sich in Nordsüd- und Ostwest-Richtung über Nordamerika ziehen. Darin enthaltene Polymerharz-Kügelchen binden in der Luft transportierte Verbindungen. Die Analyse dieser Fracht erlaubt Aufschlüsse über Transport und Anreicherung von Schadstoffen in Abhängigkeit von geographischen Faktoren.

Name	Formel	Synonyme
Aldrin	$C_{12}H_8Cl_6$	1,2,3,4,10,10-Hexachlor-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4-endo-5,8-exodimethano-naphthalin, Chlorodan, Octalen, Seedrin
Chlordan	$C_{10}H_6Cl_8$	1,2,4,5,6,7,8,8-Octachlor-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methano-1H-inden, Chlorindan, Niran, Octachlor, Toxichlor
Dieldrin	$C_{12}H_8Cl_6O$	3,4,5,6,9,9-Hexachlor-1a,2,2a,3,6,6a,7,7a-octahydro-2,7:3,6-dimethanonaphth-(2,3-b)-oxiren, Alvit, Illoxol, Octalox, Quintox
Endrin	$C_{12}H_8Cl_6O$	1,2,3,4,10,10-Hexachlor-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-5,8-endodimethano-naphthalin, Endrex, Hexachlor, Hexadrin, Mendrin, Nendrin
Heptachlor	$C_{10}H_5Cl_7$	1,4,5,6,7,8,8-Heptachlor-3a,4,7,7-a-tetrahydro-4,7-methano-1H-inden, Drinox, Heptagran, Heptox
Mirex	$C_{10}Cl_{12}$	Dodecachlorpentacyclo A [5.2.1.0<2,6>.0<3,9>.0<5,8>]decan
Toxaphen	$C_{10}H_{18-n}Cl_n$ n durchschnittlich 8	Camphechlor

Die Verwendung der oben genannten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe ist nach dem Stockholmer Abkommen untersagt.

Bioteste überarbeitet Moose als Indikatoren

Anfang Juli tagte der DIN-Arbeitskreis „Bioteste“ an der Hochschule Wismar. Vertreter aus dem Umweltbundesamt, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, von Landesbehörden, Hochschul- und Forschungsinstituten sowie der Industrie erarbeiteten biologische Testverfahren, um Belastungen im Wasser, Abwasser und in Sedimenten zu untersuchen und zu bewerten.

Alle Untersuchungsschritte, angefangen von der Haltung der Test-Organismen im Labor, der Probenahme, der Testdurchführung und Auswertung, müssen standardisiert werden. Diese Tests sind unter anderem die Grundlage der Abwasserabgabe, das heißt, es geht unter Umständen um viel Geld bei nicht richtig gereinigtem Abwasser.

Heutzutage müssen die Gültigkeiten der Normen für die europäische Gemeinschaft – zum Teil auch weltweit – erweitert werden. Da unterschiedliche Schadstoffe natürlich auch auf Organismen unterschiedlich einwirken, reicht ein einziger Biotest nicht aus. So gibt es beispielsweise Tests mit Algen, Kleinkrebsen oder Leuchtbakterien.

Der VDI hat in einer neuen Bestimmung festgelegt, auf welche Weise das Vorkommen baumbesiedelnder Moose zu erfassen ist – derartige „Epiphyten“ gelten neben Flechten als hervorragende Indikatoren für das Ausmaß der Luftverschmutzung. Die Grundlagen zur neuen Moos-Richtlinie legten Wissenschaftler der Universität Bonn.

Für die Erfassung der Luftqualität hatten sich vor etwa 40 Jahren besonders baumbesiedelnde Flechten als geeignet erwiesen. Ihre Artenzahl und Häufigkeit am Baumstamm erlaubt Rückschlüsse auf den Schwefeldioxidgehalt der Luft. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, standardisiert die VDI-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) solche Messverfahren. Neben der Anpassung der Flechtenrichtlinie an die gewandelte Emissionssituation erarbeitete die Kommission nun auch eine „Moos-Richtlinie“. Nachdem sich der Schwefeldioxidausstoß auf ein Fünftel der früheren Werte reduziert hat, hat die Erfassung von epiphytischen Moosen heutzutage andere Schwerpunkte. Mit ihnen lassen sich heute die Verkehrsbelastung, der Ammoniak einfluss aus der Landwirtschaft, der Grad der

Bodenversiegelung, die Temperatur- und Luftfeuchteverhältnisse, kurz die Wohn- beziehungsweise Lebensqualität feststellen.



Die Kartierung von Moosen und Flechten ermöglicht Rückschlüsse auf die Umweltqualität (Bild: Uni Bonn).

Neue Technische Regeln

Folgende überarbeitete Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) stehen als pdf-Dateien zum Herunterladen bereit:

- TRGS 002 Übersicht über den Stand der Technischen Regeln für Gefahrstoffe
- TRGS 511 Ammoniumnitrat
- TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“
- TRGS 901 Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz

Jugend forscht, Internationale Chemieolympiade, Chemie entdecken Viele Aufgaben für jugendliche Chemiker

Über die Bundesausscheidung von „Jugend forscht“ berichteten wir ausführlich in der Mai-Ausgabe der CLB. Die Chemie-Olympiade ist ein jährlicher internationaler Schülerwettbewerb. In diesem Sommer wetteiferten 240 Olympioniken aus 65 Nationen an der Universität Kiel. „Chemie entdecken“ heißt der Experimentalwettbewerb für die Klassenstufen 6 bis 10 in Nordrhein-Westfalen.

Die Vorbereitungen auf die Chemie-Olympiade begannen mit den ersten Ausscheidungswettbewerben bereits im Mai vergangenen Jahres. Alle weiterführenden Schulen konnten sich daran beteiligen. In insgesamt vier Auswahlrunden wurden dann die vier besten Nachwuchskemiker ermittelt. Es sind dies: Frank Biedermann, Georg-Cantor-Gymnasium Halle, Martin Brehm, Goethe-Schule Ilmenau, Michael Hell, Leibniz-Gymnasium Aldorf bei Nürnberg, und Lukas Reck, Karls-Gymnasium Stuttgart. Die Jugendlichen tüfteln und experimentieren an zwei Prüfungstagen. Den Rest der Woche stehen zahlreiche Freizeitaktivitäten wie


Nachtrag zu „Jugend forscht“ 2004

Zu den Endrunden-Besten des diesjährigen Finales zählt auch Uwe Treske. Im letzten Jahr konstruierte er ein Rastertunnelmikroskop für nur 30 Euro Materialpreis und wurde damit Physik-Bundessieger (siehe CLB 06/2003). Dieses Jahr programmierte er mit Mathias Steinbach einen Gameboy um und verwandelte ihn in einen Lerncomputer. Nun laufen auf dem Minirechner keine Actionspiele mehr, sondern ein Mathe- und ein Vokabelprogramm sowie eine Software zur Darstellung des Sternenhimmels. Während Steinbach das gemeinsame Informatik-Projekt auf Rang vier führte, nahm Treske als Bundessieger 2003 zeitgleich bei der 55. Intel International Science and Engineering Fair ISEF in Portland/Oregon (USA) teil und erhielt als erster Deutscher überhaupt einen der drei Hauptpreise: ein Stipendium im Wert von 50 000 Dollar an einer amerikanischen Universität seiner Wahl.


Chemie entdecken

Aufgabe 1-2004

Experimentalwettbewerb der Klassenstufen 6 - 10 in NRW



Banane - einfach spannend !



Um herauszufinden, was an der Banane „spannend“ ist, benötigst du je nach Klassenstufe (siehe unten):
Große, nicht allzu reife Bananen, Bleistiftspitzer aus Metall ohne Klappen (bestehen normalerweise aus Magnesium mit kleinem Aluminiumanteil), saubere 5-Cent-Münzen, 50-Cent-Münze, Klingeldraht, ggf. Krokodilklemmen, Kopfhörer (z. B. vom Walkman), einfaches digitales Multimeter (z. B. im Baumarkt erwerben oder bei Freunden ausleihen), verzinkten Nagel, kleine Stücke verschiedener Metalle, Leuchtdiode (z. B. aus Schlüsselanhängerlampe), kleine Digitaluhr mit LCD-Anzeige (z. B. Reisewecker) oder andere elektrische Kleinverbraucher, ...

Hinweis: Die für Versuchszwecke verwendeten Nahrungsmittel dürfen nicht verzehrt werden!

Versuchsreihe V 1
V 1.1 Stecke einen verzinkten Nagel und ein 5-Cent-Stück im Abstand von ca. 1 cm etwa zur Hälfte in eine angeritzte ungeschälte Banane. Befestige je einen Klingeldraht mit zwei blanken Enden an beiden Metallen durch geschicktes Biegen oder mit Krokodilklemmen. Der Draht am Nagel darf nicht mit der Frucht in Berührung kommen. Berühre wiederholt mit den Drahtenden die Kontaktstellen eines Kopfhörersteckers und horche. Miss die Spannung.
V 1.2 Wiederhole V 1.1, indem du den Nagel durch einen Bleistiftspitzer (ohne Klappen) ersetzt.
V 1.3 Wiederhole V 1.1, indem du den Nagel durch ein 50-Cent-Stück ersetzt; prüfe ebenso mindestens zwei weitere Metallkombinationen.

Versuchsreihe V 3
V 3.1 Ordne wie bei V 1.2 auf einer Banane einen Bleistiftspitzer und ein 5-Cent-Stück an und im Abstand von ca. 5 cm hierzu ein zweites, dann wieder im Abstand von ca. 5 cm ein drittes solches Metallpaar. Schalte erst zwei, dann die drei Kombinationen in Serie (d. h. verbinde die 1. Münze mit dem Kopfhörer bzw. Messgerät, den 1. Spitzer mit der 2. Münze und den 2. Spitzer mit dem Kopfhörer bzw. Messgerät. Verbinde bei drei Kombinationen entsprechend, d. h. verbinde die 1. Münze mit dem Kopfhörer bzw. Messgerät, den 1. Spitzer mit der 2. Münze und den 2. Spitzer mit der 3. Münze und den 3. Spitzer mit dem Kopfhörer bzw. Messgerät). Schalte die Kombinationen parallel (d. h. verbinde alle Münzen miteinander und alle Spitzer miteinander. Verbinde eine der Münzen und einen der Spitzer mit dem Kopfhörer bzw. Messgerät). Horche jeweils und miss die Spannung.
V 3.2 Teile die Banane in 3 Teile, so dass in jedem Stück ein Spitzer und eine Münze stecken und wiederhole die Schaltung und Messung von V 3.1.
V 3.3 Prüfe, mit welcher einfachsten Anordnung bereits
- eine Leuchtdiode zum Leuchten zu bringen ist (beachte die Anschlussrichtung der Diode); oder
- eine Digitaluhr oder ein anderer Verbraucher funktioniert.

Versuchsreihe V 2
V 2.1 Ersetze die Banane durch eine Gurke oder anderes Obst oder Gemüse und führe V 1.1 und V 1.2 erneut durch.
V 2.2 Ersetze bei V 2.1 das Obst oder Gemüse durch eine Kochsalzlösung (1%ig).

Deine Aufgaben:
A 1: Für alle Teilnehmer:
Führe die Versuchsreihen V 1 und V 2 und die Versuche V 3.1 und V 3.2 durch. Beschreibe und fotografiere oder zeichne uns deine Versuchsanordnungen. Berichte uns genau über deine Beobachtungen.
A 2: Ab Klasse 7 zusätzlich zu A 1:
Finde eine sinnvolle Rangordnung für deine eingesetzten Metalle und begründe diese mit Hilfe deiner Versuchsergebnisse.

Versuch 4
Erfinde eine optimale Kombination mit viel „Power“. Miss die Spannung und die Stromstärke. Versuche, damit ein kleines Birnchen (z.B. aus Taschenlampe) zum Leuchten zu bringen.

Beispiel für Aufgaben von „Chemie Entdecken“. Weitere Informationen finden Sie unter <http://ourworld.compuserve.com/homepages/schumo/indexce.htm>.

Segeln und Exkursionen in die nähere Umgebung auf dem Programm. So fördert der Wettbewerb auch den internationalen Kontakt zwischen den begabten Jungwissenschaftlern.

Wer als Schüler Spass an der Chemie mit Fernreisen verbinden will, kann sich jetzt schon für die Teilnahme an der 37. Internationalen Chemie-Olympiade 2005 in Taiwan bewerben. Eine Aufgabe für die erste Qualifikationsrunde lautet zum Beispiel:

p-Nitrophenol soll in möglichst hoher Ausbeute dargestellt werden. Zwei Ausgangsstoffe stehen zur Verfügung: A: Nitrobenzol (Nitrobenzen) B: Phenol (Hydroxybenzen)

a) Formulieren Sie mit Hilfe eines Reaktionsschemas jeweils eine mögliche Methode, wie die Substanzen A und B dargestellt werden können.

b) Welche Ausgangssubstanz würden Sie für die Darstellung von p-Nitrophenol unter den beiden gegebenen Ausgangsbedingungen wählen? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

p-Nitrophenol ist in basischen Lösungen tief gelb gefärbt. In sauren Lösungen erscheint es dagegen blass grün-gelb gefärbt.

c) Erklären Sie die unterschiedlichen Farberscheinungen von p-Nitrophenol in saurer und basischer Lösung.

d) Wofür verwendet man Substanzen, die einen derartigen Effekt wie p-Nitrophenol zeigen? Welchen Vorteil haben viele der verwendeten Substanzen gegenüber p-Nitrophenol (Beispiele).

Weitere Aufgaben und Informationen zur Chemieolympiade finden sich unter www.fcho.de.

Studentenwerke erhalten weniger Mittel

Langzeit-Studiengebühren

Der durch die Einführung von Langzeit-Studiengebühren in Nordrhein-Westfalen bedingte Rückgang der Studierendenzahlen beträgt durchschnittlich etwa 15 Prozent. Überdurchschnittliche Verluste mussten die Geisteswissenschaften hinnehmen. Geringer fiel der Rückgang in der Medizin und in den naturwissenschaftlichen Disziplinen aus.

Die Philosophische Fakultät in Bonn beispielsweise, traditionell zahlenstärkste Fakultät dort, hält zwar ihre Spitzenposition, schrumpfte aber um fast 25 Prozent auf rund 11 500 Studierende. Gegen den Trend wuchsen die Zahlen aber in den Regionalwissenschaften Südostasien um 30 Prozent und Japan sogar um über 40 Prozent. Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, die zweitgrößte Bonner Fakultät, verlor 12,7 Prozent ihrer Studierenden. Die Medizinische Fakultät nahm ein Minus von 10 Prozent hin. Lediglich die Landwirtschaftliche Fakultät verlor mit einem Rückgang von rund vier Prozent kaum.

An der Ruhr-Universität Bochum verringerten sich die Fachbereiche Evangelische Theologie und Mathematik um etwa 30 Prozent. Zusatzstudiengänge wie Arbeitswissenschaft schrumpften sogar um 46 Prozent. Lehramt und Diplom/Magister verloren 36 beziehungsweise 26 Prozent ihrer Studenten.

Die Universität Bonn geht inzwischen davon aus, dass es sich

bei der überwältigenden Mehrheit der rund 6000 Exmatrikulationen um Fälle handelt, in denen das Studium nur noch „auf dem Papier“ betrieben wurde. Zu nennenswerten Besucherrückgängen in den Lehrveranstaltungen der Fakultäten ist es weder in Bonn noch in Bochum gekommen.

Auf die Finanzierung der Universität selbst hat der Rückgang an Studenten kaum Auswirkung, da bei personenabhängigen Mittelzuweisungen schon seit Jahren nur die Studierenden innerhalb der Regelstudienzeit berücksichtigt werden.

Direkt betroffen sind dagegen das Studentenwerk und die studentische Selbstverwaltung (AStA und Fachschaften), die über den Semesterbeitrag „pro Kopf“ Gelder einnehmen und nun mit einem zweistelligen Rückgang zu recht kommen müssen. Nicht zuletzt deshalb hat man in Bochum eine Erhöhung des Sozialbeitrages von über 14 Euro beschlossen. Auch der Asta strebt eine Erhöhung seines Anteils von elf auf 13 Euro an.

Ursprünglich hatte sich die Landesregierung durch die Studiengebühren landesweit Einnahmen von jährlich 90 Millionen Euro versprochen. Betrachtet man beispielsweise die Gebührensahler an der Ruhr-Universität Bochum, dürfte das schwierig werden. Statt kalkulierter elf Millionen von knapp 9000 Langzeitstudierenden kann man dort wegen der vielen Exmatrikulationen nur etwa zwei Millionen Euro von von rund 1600 Studenten einnehmen.

Aus der Bildungslandschaft

- Zum Wintersemester 2004/2005 startet die Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes (HTW) mit dem Masterstudiengang **Biomedizinische Technik**. Er wird in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Biomedizinische Technik (IBMT, St. Ingbert) und dem Universitätsklinikum des Saarlandes (UKS, Homburg) angeboten.
- Die Chemisch-Geowissenschaftliche Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena bietet den neuen Bachelorstudiengang **Angewandte Umweltwissenschaften** an. Er führt nach sechs Semestern zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss für Tätigkeiten im Umweltbereich.
- Das Naturwissenschaftlich-technische Studium der **Physikalischen Technik** an der Fachhochschule Ravensburg-Weingarten wird ab Wintersemester 2004/05 mit dem internationalem Bachelor-Abschluss angeboten. Es vermittelt Grundlagen in Physik, Chemie, Maschinenbau, Elektronik und Informatik.
- Die Universität Hannover hat einen Teil des **Lehramtsstudiums** reformiert. Folgende Fächer können die Studierenden nun mit dem Bachelor of Arts (BA) oder dem Bachelor of Sciences (BSc) abschließen: Anglistik, Biologie, Chemie, Germanistik, Geschichte, Mathematik, Musik, Physik und Religionswissenschaft.
- Der Diplomstudiengang **Bio- und Umweltverfahrenstechnik** mit neuem Schwerpunkt Bioverfahrenstechnik ist im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern angesiedelt und soll im Wintersemester 2004/05 starten.
- Für die postgraduelle **Weiterbildung Bioinformatik** werden die Universität Heidelberg und SRH Hochschulen gGmbH mit Unterstützung der Klaus Tschira Stiftung zusammenarbeiten. Sie richtet sich an Wissenschaftler, die ein Studium der Biologie, Informatik, Chemie, Physik, Mathematik, Medizin oder Pharmazie absolviert haben.
- Ein englischsprachiger Masterstudiengang in **Life Science Informatics** wird im Rahmen des Bonn-Aachen International Center for Information Technology (B-IT) gemeinsam mit der RWTH Aachen unter Federführung der Universität Bonn angeboten.
- Das neue Heft **Studienangebote deutscher Hochschulen** ist erschienen. Im Vergleich zur letzten Umfrage haben die Hochschulen ihre Studienangebote weiter ausgebaut. Dabei dominieren die Studiengänge mit Bachelor-Abschluss (+ 246), aber auch die Zahl der Diplom-Angebote wächst weiter (+ 53). Inzwischen gibt es insgesamt 1253 Bachelor-Studiengänge, das sind gut neun Prozent aller Studienmöglichkeiten. Weiteres findet sich unter www.hochschulkompass.de.
- Erstmals im Oktober startet an der FH Kaiserslautern (Standort Zweibrücken) der Masterstudiengang **„Microsystems Technology“**. Er ergänzt den bestehenden Diplomstudiengang Mikrosystemtechnik.

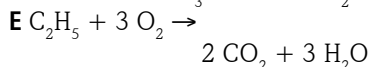
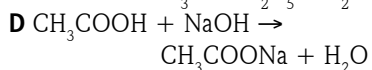
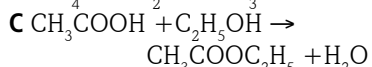
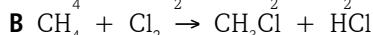
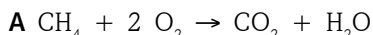
Lösungen zu Seite M56:

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

Organische Chemie

Mehrere richtige Antworten sind möglich.

1 Welche der folgenden Gleichungen beschreibt eine Substitution?



2 Etwa 50 Milliliter Rohöl soll in seine Bestandteile zerlegt werden. Welches Verfahren eignet sich dazu?

A Chromatographie

B Kristallisation

C Destillation

D Fraktionierte Destillation

E Filtration

3 In welchem Fall handelt es sich nicht um eine chemische Verbindung?

A Aceton

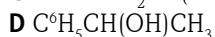
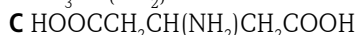
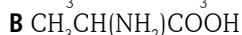
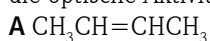
B Petrolether

C Schwefelkohlenstoff

D Chloroform

E Benzin

4 Welche der folgenden Strukturformeln zeigt eine Verbindung, die optische Aktivität besitzt?



5 Für welche Gruppe von Verbindungen sind Substitutionsreaktionen typisch?

A Alkane

B Alkene

C Alkine

D aromatische Verbindungen

6 Welches Lösungsmittel darf man zur Trocknung nicht mit Natrium behandeln?

A Toluol

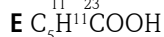
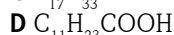
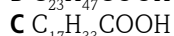
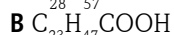
B Xylol

C Chloroform

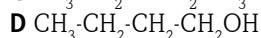
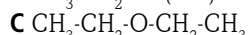
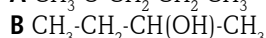
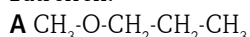
D Dioxan

E Ethanol

7 Essigsäure und Propionsäure gehören zur selben homologen Reihe der Carbonsäuren. Welche Formel ist nicht die Formel eines weiteren Mitglieds dieser homologen Reihe?



8 Eine Flüssigkeit hat die Summenformel $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Sie reagiert mit Natrium. Dabei entsteht Wasserstoff und ein weißer Feststoff mit der Formel $\text{C}_4\text{H}_9\text{ONa}$. Welche Formel könnte für die Flüssigkeit zutreffen?



9 Der Schmelzpunkt einer im Praktikum hergestellten organischen Verbindung war niedriger als erwartet. Danach wurden die unten genannten Operationen durchgeführt und von der „neuen“ Substanz erneut der Schmelzpunkt bestimmt. In welchem Fall blieb der Schmelzpunkt unverändert?

A Pulverisieren

B Umlristallisieren

C Mischen mit reiner Substanz

D Trocknen

10 Welche allgemeine Aussage trifft nicht auf Alkane zu?

A Alkane sind unlöslich in stark polaren Lösungsmitteln.

B Alkane sind mischbar mit unpolaren Lösungsmitteln.

C Die Dichten der Alkane nehmen mit steigenden Molmassen zu.

D Siede- und Schmelzpunkte liegen im Vergleich zu denen anderer organischer Verbindungen sehr niedrig.

E Verzweigte Alkane siedend und schmelzen bei höheren Temperaturen als unverzweigte.

11 Zwei Verbindungen sind isomer. Welche Aussage ist dann richtig?

A Beide Verbindungen liefern bei der Verbrennung die gleichen Produkte.

B Beide Verbindungen enthalten die gleiche funktionelle Gruppe.

C Beide Verbindungen sind optisch aktiv.

D Beide Verbindungen haben die gleiche Strukturformel.

E Beide Verbindungen sind Kohlenwasserstoffe.

12 Was ist Rohrzucker?

A eine Fruktose

B ein Monosaccharid

C ein Disaccharid

D ein Polysaccharid

E ein Polypeptid

13 Zu welcher Stoffgruppe gehört Nitroglycerin?

A zu den Nitrosaminen

B zu den Nitroverbindungen

C zu den Salzen der Stickstoffwasserstoffsäure

D zu den Estern der Salpetersäure

14 Welche zwei Substanzen würden Sie benutzen, um die beiden Hauptprodukte, die bei der Verbrennung von Erdgas entstehen, nachzuweisen?

A Cobaltchloridpapier und Lackmus

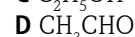
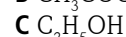
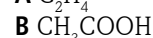
B Cobaltchloridpapier und Gipswasser

C Lackmus und Universalindikatorpapier

D Lackmus und Gipswasser

E Lackmus und wasserfreies Kupfersulfat

15 Welche Verbindung erfordert zur vollständigen Verbrennung ihres Gases das Dreifache ihres Volumens an Sauerstoff und liefert dabei das Doppelte ihres Volumens an Kohlenstoffdioxid?





Teil 9: Datenprozessierung mit Skriptsprachen

Röbbe Wüschiers

In der letzten Ausgabe haben Sie eine grobe Übersicht über die verfügbare Linux Software aus den Bereichen Chemie und Biologie erhalten. Es gibt natürlich eine unübersehbare Menge an Programmen für diesen und jenen Zweck - und entsprechend viele Dateiformate. Allein für die Beschreibung von Molekülstrukturen gibt es über 50 Dateiformate. In der Zukunft wird es immer wichtiger in der Lage zu sein Daten so zu formatieren, dass sie den Analyseprogrammen zugänglich sind. Die dafür notwendige Datenprozessierung erfolgt in der Regel mit relativ unkomplizierten Programmiersprachen, den so genannten Skriptsprachen. In den folgenden Ausgaben wird die Verwendung der Skriptsprachen Awk und Perl vorgestellt. Vorher soll jedoch die Grundlage der Programmierung besprochen werden. Und es sei an dieser Stelle gleich gesagt: kleine Skripte kann jeder schreiben!

Programme

Ein Programm ist eine Arbeitsanweisung in einer für Computer verständlichen Form. Der Begriff Programm wird leider sowohl für die in einer Programmiersprache verfasste Arbeitsanweisung (Quelltext, Programmcode), als auch für den von einem Computer ausführbaren Maschinencode verwendet. Um aus dem Quelltext den Maschinencode zu generieren, wird entweder ein Compiler oder ein Interpreter benötigt.

Ein Compiler übersetzt den Programmcode in eine ausführbare binäre Datei, das Programm. In MS Windows enden Programmnamen meist mit dem Suffix *.exe* (*executable*, ausführbar). Dies ist bei Linux nicht üblich. Programmdateien können weitergegeben werden und laufen auf anderen Computern, wenn die Recherausstattung (Betriebssystem, usw.) gleich ist. Die binäre Programmdatei ist für den Menschen nicht lesbar. Würden wir sie mit einem Editor öffnen, dann sähen wir nur ein wildes durcheinander von Buchstaben, Zahlen und anderen Zeichen. Der Programmcode dagegen, also die Quelldatei, liegt in einer normalen Textdatei vor. Ein bekannter Compiler ist gcc für die Programmiersprache C. GCC ist die Abkürzung für eine Sammlung von Programmen mit der ursprünglichen Bedeutung GNU C Compiler. Da GCC inzwischen aber mehr als nur einen C-Compiler beinhaltet, hat GCC inzwischen die Bedeutung *GNU Compiler Collection*. Die Bezeichnung gcc steht immer noch für den C-Compiler. Die erste öffentliche Version des gcc wurde 1987 von Richard Stallman (dem Begründer der Freien Software Bewegung) für

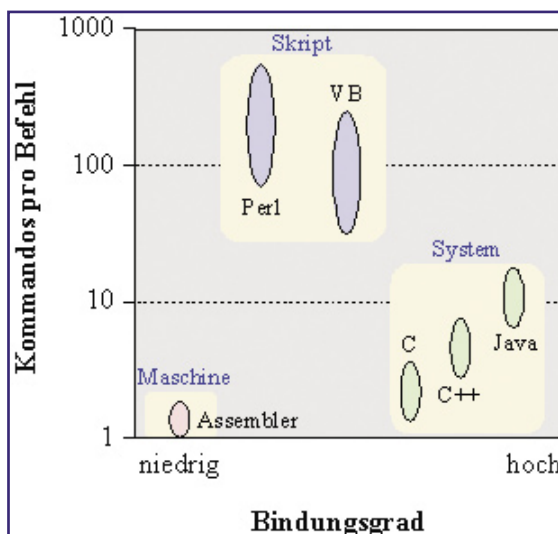


Abbildung 1: **Programmiersprachen.** Die Skriptsprachen Perl und Visual Basic (VB) gehören zu den höheren Programmiersprachen, während die Systemsprachen C, C++ und Java als niedere Programmiersprachen dem Maschinencode näher sind. Assembler ist eine fast reine Maschinsprache. Der Umgang mit Variablen wird von links nach rechts unflexibler.

das GNU-Projekt freigegeben und wird heute von Programmierern auf der ganzen Welt weiterentwickelt. GCC ist ein umfangreiches Projekt. Es besteht aus über 25.000 Dateien mit über 2,1 Millionen Zeilen Code. Die meisten Betriebssysteme sind in C oder der Weiterentwicklung C++ programmiert.

Interpreter übersetzen den Programmcode direkt in Maschinsprache und führen das Programm direkt, ohne über den Umweg einer binären Programmdatei, aus. Möchte man das Programm auf einem anderen Rechner ausführen oder einem Kollegen schicken, so benötigt man jene Datei, die den Programmcode (Quellcode) enthält. Interpreter haben gegenüber Compilern den Vorteil, dass das interpretierte Programm auf allen Rechnerarchitekturen lauffähig ist, ohne dass es vorher neu übersetzt werden muss. Dieser Vorteil wird allerdings durch die deutlich langsamere Ausführungsgeschwindigkeit erkauft. Bei einem Interpreter findet die zeitintensive Übersetzung des Quellcodes in Maschinsprache während der Laufzeit des Programms statt. Daher müssen z.B. mehrfach durchlaufene Programmteile immer wieder neu übersetzt werden. Bekannte Interpretersprachen, auch Skriptsprachen genannt, sind z.B. Awk, Perl, Python, PHP und Ruby.

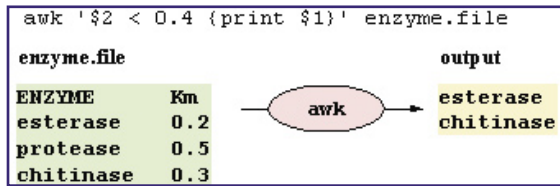


Abbildung 2: Awk. Ein typischer Anwendungsfall: aus einer Textdatei werden alle Enzymnamen extrahiert deren zugehöriger Km-Wert kleiner 0.4 ist.

Programmiersprachen

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen höheren und niederen Programmiersprachen (Abbildung 1). Je niedriger eine Programmiersprache, desto mehr ähnelt sie dem Maschinencode den der Prozessor spricht. Das bedeutet wiederum, dass jeder Befehl für sich eindeutig ist und nicht weiter umschrieben werden kann. Beispielsweise bewirkt in Programmiersprachen wie Awk oder Perl der Befehl `print "Hello World"` die Ausgabe des Textes "Hello World" auf den Bildschirm. Auf der Maschinencode Ebene besteht das `print` Kommando aber aus mehreren Befehlen. Da Programmierer ungefähr die gleiche Anzahl von Zeilen pro Zeiteinheit schreiben, führen höhere Programmiersprachen schneller zum Ziel. Auf der anderen Seite hat man mit niederen Sprachen die bessere Kontrolle über das System. Weiterhin unterscheidet man, wie festgelegt eine Programmiersprache in Bezug auf Variablen ist (*typing level*, Bindungsgrad, siehe Abbildung 1). Darunter ist zu verstehen, ob das Programm selbstständig (syntaxabhängig) erkennt ob es sich bei dem Wert "Hello World" um einen Text, eine Ganzzahl, eine reelle Zahl, einen booleschen Wert oder ein Zeichen handelt. Je niedriger der Bindungsgrad ist, desto weniger Gedanken muss man sich diesbezüglich beim Programmieren machen.

Programmierung

Der Prozess der Umsetzung einer Arbeitsanweisung (Algorithmus) in einen Programmcode bezeichnet man als Implementierung. Die Implementierung

Abbildung 3: PDB-Format. Beschreibung der Molekülstruktur von Acetylsalicylsäure in der Datei *aspirin.pdb* im PDB-Format (Brookhaven Protein Database Format).

ATOM	1	C1	MOL	1	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00
ATOM	2	C2	MOL	1	0.000	0.000	1.335	1.00	0.00
ATOM	3	C3	MOL	1	1.156	0.000	-0.668	1.00	0.00
ATOM	4	C4	MOL	1	2.312	0.000	0.000	1.00	0.00
ATOM	5	C5	MOL	1	2.312	0.000	1.335	1.00	0.00
ATOM	6	C6	MOL	1	1.156	0.000	2.003	1.00	0.00
ATOM	7	H7	MOL	1	1.156	0.000	-1.757	1.00	0.00
ATOM	8	H8	MOL	1	-0.943	0.000	-0.544	1.00	0.00
ATOM	9	H9	MOL	1	-0.943	0.000	1.880	1.00	0.00
ATOM	10	H10	MOL	1	1.156	0.000	3.092	1.00	0.00
ATOM	11	O11	MOL	1	3.369	0.000	1.945	1.00	0.00
ATOM	12	C12	MOL	1	3.468	0.000	-0.668	1.00	0.00
ATOM	13	O13	MOL	1	4.525	0.000	-0.058	1.00	0.00
ATOM	14	O14	MOL	1	3.468	0.000	-1.888	1.00	0.00
ATOM	15	H15	MOL	1	4.364	0.000	-2.204	1.00	0.00
ATOM	16	C16	MOL	1	3.440	0.528	3.042	1.00	0.00
ATOM	17	O17	MOL	1	2.454	1.057	3.530	1.00	0.00
ATOM	18	C18	MOL	1	4.695	0.528	3.767	1.00	0.00
ATOM	19	H19	MOL	1	4.565	1.042	4.719	1.00	0.00
ATOM	20	H20	MOL	1	5.010	-0.498	3.949	1.00	0.00
ATOM	21	H21	MOL	1	5.454	1.042	3.179	1.00	0.00

mündet meist in einem Schema, dass im Schritt der Programmierung computergerecht verarbeitet wird. Nun könnte man meinen, dass nur Informatiker programmieren können. Das ist auch weitgehend richtig, wenn man an Projekte wie Betriebssysteme oder Software wie RasMol oder MS Office denkt (allerdings wurde z.B. Linux von einem angehenden Physikstudenten programmiert). Wenn es aber um die Erstellung kleiner Skripte zur Datenanalyse und -formatierung geht, dann sind keine Spezialkenntnisse notwendig. Grundsätzlich ist jeder in der Lage solche kleinen Programme zu schreiben! Voraussetzung ist nur das Erlernen einer übersichtlichen Programmiersprache wie Awk. Die Programmierung ähnelt der Verwendung von Fremdsprachen. Es sind nicht viele Worte notwendig um sich in einer fremden Sprache zu äußern. Um einen schönen Essay zu schreiben, ist dagegen ein tiefer gehendes Verständnis der Sprache notwendig. Es ist also durchaus möglich mit wenigen Befehlen in einer Sprache wie Awk den Computer anzuweisen Gewünschtes zu tun. Sie werden sehen...

Awk

Awk ist eine sehr einfach zu erlernende und übersichtliche Skriptsprache zur Bearbeitung und Auswertung textbasierter Daten (Abbildung 2). Die Eingabedatei wird dabei zeilenweise abgearbeitet. Awk wurde bereits 1977 von den Programmierern Alfred Aho, Peter Weinberger und Brian Kernighan entwickelt. Der Name Awk leitet sich also von den Anfangsbuchstaben der Nachnamen der Entwickler ab. Seit seiner Entstehung ist Awk, oder die freie Version gawk (GNU Awk), in jedem Unix System oder Unix Derviat zu finden. Wie die meisten Programmiersprachen so wird auch Awk ständig weiterentwickelt. Manchmal trifft man daher auf die Bezeichnungen oawk und nawk als Akronyme für altes (*old*) und neues (*new*) Awk. In dieser Serie werden Sie zunächst Awk kennen lernen. Die Leistungsfähigkeit, Kompaktheit, aber auch die Beschränkungen von Awk regten den US-amerikanischen Linguisten und Programmierer Larry Wall zur Entwicklung der Sprache Perl an.

Perl

Perl (*practical extraction and report language*) ist eine Skriptsprache die weit über die Fähigkeiten von Awk hinausgeht. Perl wurde 1987 von Larry Wall entwickelt und später, 1993, der Allgemeinheit als *Open Source Project* frei zur Verfügung gestellt. Es war das Bestreben von Larry Wall eine Skriptsprache zu entwickeln, die zum einem die Vorteile von Awk, C und anderen Programmiersprachen weiterführt, und zum anderen dem Programmierer mehr Freiheit in Bezug auf die verwendete Syntax gibt. Das bedeutet, dass es in Perl, gleichsam zur menschlichen Sprache, mehrere Möglichkeiten gibt ein und dasselbe auszudrücken.

cken. Dies spiegelt sich in Larry Wall's erstem Motto "There's more than one way to do it" wider. Dieser Vorteil birgt allerdings auch ein Problem. Es ist oft sehr schwer Programme anderer (nach einiger Zeit manchmal auch die eigenen) nachzuvollziehen. Daher werden Perl Skripte oft auch als WOPs bezeichnet: *write-only programs* (etwa: ausschließlich schreibbare Programme). Wie in jeder Programmiersprache hängt die Lesbarkeit aber vor allem von Stil und Disziplin des Programmierers ab. Außerdem gibt es bei allen Programmiersprachen die Möglichkeit den Quellcode zu dokumentieren – davon sollte man stets Gebrauch machen.

Larry Wall's zweites Motto besagt: "Easy things should be easy, and hard things should be possible". Das bedeutet dass man einfache Probleme mit wenigen Zeilen Programmcode lösen kann. So kommt auch der Anfänger schnell ans Ziel. Neben einer unkomplizierten Verwendung von Variablen (siehe oben) zeichnet sich Perl u.a. auch durch einen sehr ausgefeilten Mechanismus zur Textmustererkennung durch reguläre Ausdrücke (siehe CLB 04/04) aus, der z.B. eine sehr effektive Programmierung von Filtern oder Berichten gestattet. Andererseits soll auch der versierte Programmierer auf seine Kosten kommen und die Möglichkeit haben Systemressourcen voll auszuschöpfen. Außerdem kann mit Perl auch objektorientiert programmiert werden. Wir werden aber auf der ersten Ebene verweilen!

Von Anfang an war Perl besonders auf die Verarbeitung von Texten und Textdateien sowie zur Ausgabe von Berichten ausgelegt. Durch zahlreiche Erweiterungen und zusätzliche Bibliotheken hat es sich jedoch längst zu einer auch universell einsetzbaren Sprache weiterentwickelt. Insbesondere im Internet wird Perl häufig eingesetzt (Stickwort CGI Skripte). Ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld ist das *Data-Munging* (Datenprozessierung), jenes Thema, mit dem wir uns weiter beschäftigen werden. Aber auch auf vielen anderen Gebieten ist Perl zu Hause - ausgenommen sind lediglich Bereiche, in denen Skriptsprachen aus Geschwindigkeitsgründen ungeeignet sind.

Beispiel: pdb2xyz.awk

Das erste Programmierbeispiel besteht traditionell in der Aufgabe die Wörter "Hello World" auf den Bildschirm auszugeben. Dies hängt damit zusammen, dass Brian Kernighan und Dennis Ritchie in ihrem Buch über die Programmiersprache C von 1988 – in dem Buch über C – mit eben diesem Beispiel beginnen. Ich möchte mit dieser Tradition nicht brechen, mache es aber kurz; hier folgt das entsprechende Awk Skript als Einzelzeiler.

Terminal 1

```
01 $ awk 'BEGIN{print "Hello
World"}'
02 Hello World
```

Bevor ich in der kommenden Ausgabe tiefer in den Umgang mit Awk einsteige, möchte ich an dieser Stelle ein kleines Beispiel vorstellen. Je nach Vorbildung werden Sie mehr oder weniger von meiner Beschreibung der Funktion des Skriptes *pdb2xyz.awk* verstehen. Das macht nichts. Ich werde in den kommenden Ausgaben genauer die einzelnen Bausteine wie Variablen und Kommandozeilenparameter usw. vorstellen. Mein Ziel ist es einen ersten Eindruck zur Funktionsweise zu vermitteln.

Problem

Die Aufgabe die wir lösen werden ist die Konvertierung einer Datei im Brookhaven Protein Database Format (PDB) in das Kartesische Koordinaten Format (XYZ). Dies ist ein typische Aufgabe für Awk. Abbildungen 3 und 4 zeigen die Beschreibung der Molekülstruktur des Aspirinmoleküls (Acetylsalicylsäure; Abbildung 5) im jeweiligen Format. Im PDB Format hat jede Spalte einer Zeile eine bestimmte Bedeutung (Tabelle 1). Wir können uns die Daten in einer Zeile auch als durch Leerzeichen oder Tabulatoren getrennte Wörter denken (Wörter I bis X in Abbildung 6). Das erste Wort der ersten Zeile ist demgemäss "ATOM" gefolgt von "1", "C1", "MOL" usw. Im XYZ Format beschreibt die erste Zeile die Anzahl der Atome, gefolgt von einer Leerzeile und den Atomen mit ihren kartesischen Koordinaten - diese Einträge sind wiederum durch Leerzeichen oder Tabulatoren getrennt (Abbildung 4). Der Vergleich der Dateien *aspirin.pdb* und *aspirin.xyz* zeigt, dass *aspirin.xyz* die Wörter III und VI-VIII aus *aspirin.pdb* enthält, wobei die Zahlen in Wort III gelöscht wurden. Unser Programm zur Konvertierung muss also die Anzahl der Zeilen in der PDB Datei zählen und, gefolgt von einer Leerzeile, ausgeben. Anschließend müssen die Wörter III und VI-VIII extrahiert und ausgeben werden. Von Wort III muss zuvor der Zahlenanteil gelöscht werden.

	21		
C	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	1.335
C	1.156	0.000	-0.668
C	2.312	0.000	0.000
C	2.312	0.000	1.335
C	1.156	0.000	2.003
H	1.156	0.000	-1.757
H	-0.943	0.000	-0.544
H	-0.943	0.000	1.880
H	1.156	0.000	3.092
O	3.369	0.000	1.945
C	3.468	0.000	-0.668
O	4.525	0.000	-0.058
O	3.468	0.000	-1.888
H	4.364	0.000	-2.204
C	3.440	0.528	3.042
O	2.454	1.057	3.530
C	4.695	0.528	3.767
H	4.565	1.042	4.719
H	5.010	-0.498	3.949
H	5.454	1.042	3.179

Abbildung 4: XYZ-Format. Beschreibung der Molekülstruktur von Acetylsalicylsäure in der Datei *aspirin.xyz* im XYZ-Format (Kartesische Koordinaten).

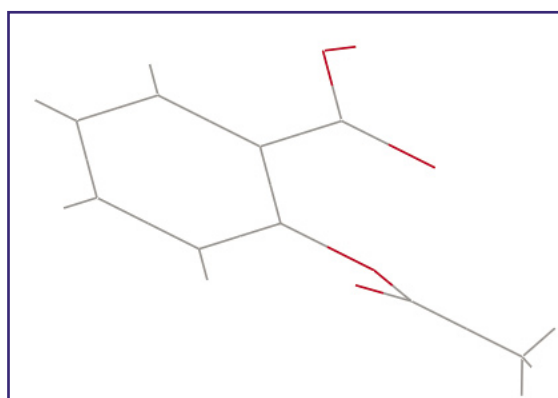


Abbildung 5: Aspirin. Molekülstruktur der Acetylsalicylsäure.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X				
000000	000111	111111	112222	222222	223333	333333	334444	444444	445555	555555	556666	666666	667777
123456	789012	345678	901234	567890	123456	789012	345678	901234	567890	123456	789012	345678	901234
ATOM	1	C1	MOL	1	0.000	0.000	0.000	1.00	0.00				
\$1	\$2	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$9	\$10				
C	0.000	0.000	0.000										

Abbildung 6: pdb2xyz.

Schema der Umwandlung des PDB-Formats in das XYZ-Format. Die Wörter I bis X werden von Awk in den Variablen \$1 bis \$10 gespeichert. Nur die farbig dargestellten Daten werden für das XYZ-Format benötigt. Die grau unterlegten Zeilen entsprechen den ersten Zeilen der Dateien aspirin.pdb und aspirin.xyz (siehe Abbildung 3 und 4). Die Bedeutung der Daten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Lösung

Nachfolgend ist ein Awk Skript wiedergegeben, das unsere Aufgabe löst. Es wird in der Datei *pdb2xyz.awk* gespeichert. Variablenamen sind hellblau dargestellt. Die Farben der Variablen \$3 und \$6 bis \$8 entsprechen der Zuordnung in Abbildung 6.

Skript *pdb2xyz.awk*

```

01 BEGIN{
02     count="wc -l "ARGV[1]
03     count | getline lines
04     gsub(/[^\0-9]/,"",lines)
05     print lines; print
06 }
07 {
08     gsub(/[0-9]/,"",$3)
09     print $3,$6,$7,$8
10 }
    
```

Das Skript wird mit dem Befehl `awk -f pdb2xyz.awk aspirin.pdb` aufgerufen. Abhängig von ihrer Linuxversion müssen Sie statt `awk` eventuell `gawk` oder `nawk` eingeben. Die Option `-f` gibt an, dass nachfolgend der Name der Datei angegeben ist die das Skript enthält. Darauf folgt der Name der PDB Datei, die in das XYZ Format konvertiert werden soll. Die Ausgabe erfolgt standardmäßig auf den Bildschirm. Möchten Sie die Ausgabe dagegen in einer Datei speichern, dann verwenden Sie die Umleitung (*redirection*) (siehe CLB 01/04): `awk -f pdb2xyz.awk aspirin.pdb > aspirin.xyz`.

Das Skript besteht aus zwei Komponenten; einem **BEGIN** Block in den Zeilen 1 bis 6 (eingeschlossen in roten geschwungenen Klammern) und einem Haupt-

Spalten	Beschreibung
01-06	Schlüsselwort der Zeile
07-11	Fortlaufende Nummer des Atoms
13-16	Name des Atoms
17	Alternativer Positionsbezeichner
18-20	Name des Aminosäurerestes
22	Bezeichner der Proteinkette
23-26	Sequenznummer der Aminosäure
27	Code zum Einfügen eines Aminosäurerestes
31-38	X Koordinate in Ångström
39-46	Y Koordinate in Ångström
47-54	Z Koordinate in Ångström
55-60	Belegungsfaktor
61-66	Temperaturfaktor
68-70	Fussnotennumber
73-76	Segmentbezeichner (optional)
77-78	Elementsymbol (optional)
79-80	Ladung des Atoms (optional)

Tabelle 1: PDB-Format. Bedeutung der einzelnen Spalten, wie Sie auch in Abbildung 6 dargestellt sind.

teil in den Zeilen 7 bis 10 (eingeschlossen in blauen geschwungenen Klammern). Der **BEGIN** Block wird nur einmal beim Programmstart ausgeführt. Der Hauptteil wird dagegen auf jede Zeile der Eingabedatei, hier *aspirin.pdb*, angewendet. In Zeile 2 speichern wir in der Variabel *count* den Wert "wc -l aspirin.pdb". Die Variabel *ARGV[1]* enthält also den Dateinamen, mit welchem wir das Awk Skript aufrufen. `wc` ist ein Shellkommando das die Anzahl der Zeilen in einer Datei zählt (*word count* - die Option `-l` beschränkt den Befehl auf das Zählen der Zeilen; siehe CLB 02/04). Probieren Sie es in der Shell aus:

Terminal 2

```

01 $ wc -l aspirin.pdb
02 21 aspirin.pdb
    
```

In Zeile 3 in dem Skript *pdb2xyz.awk* rufen wir den Befehl `wc` aus Awk heraus auf und speichern das Ergebnis der Variabel *lines* ab. *lines* enthält also den Wert " 21 aspirin.pdb". In Zeile 4 löschen wir von diesem Wert alle Zeichen die keine Zahlen sind. Dazu verwenden wir den Befehl `gsub` (*global substitute*) und den regulären Ausdruck `[^\0-9]` (siehe CLB 04/04). Die Variabel *lines* enthält jetzt also den Wert "21". Diesen Wert geben wir in Zeile 5 mit Hilfe des `print` Befehls aus. Der zweite Aufruf des `print` Befehls bewirkt die Ausgabe einer leeren Zeile. Damit haben wir die ersten beiden Zeilen des XYZ Formats erzeugt: die Anzahl der Atom plus eine Leerzeile.

Im Hauptteil des Programms extrahieren wir von der aktuellen Zeile das dritte Wort, welches in der Variable \$3 gespeichert ist. - Awk nimmt einfach die erste Zeile der Eingabedatei, zerlegt sie in *n* Wörter und speichert die Wörter in den Variablen \$1 bis \$n. Dann arbeitet Awk den Hauptteil des Programms ab und fährt mit der nächsten Zeile fort. - Die Variabel \$3 enthält also zunächst den Wert "C1". In Zeile 8 löschen wir von der Variabel alle Zahlenanteile. Dazu verwenden wir wiederum den Befehl `gsub`, diesmal mit dem regulären Ausdruck `[0-9]`. Schließlich geben wir die Werte der Variablen \$3 (Atomsymbol) und \$6 bis \$8 (Atomkoordinaten) aus. Das Ergebnis ist die Datei *aspirin.xyz* (Abbildung 4).

Ich hoffe ich konnte Ihnen mit diesem Beispiel die Funktionsweise eines Awk Skriptes näher bringen. Falls Sie das Beispiel praktisch nachvollziehen möchten, dann können Sie alle verwendeten Dateien unter <http://www.clb.de/computare> herunterladen. Das Skript *pdb2xyz.awk* ist sehr einfach gehalten und berücksichtigt daher keine erweiterten Strukturen in PDB Dateien. Das kann zu Fehlern führen. Sie können aber mit dem Kommando `egrep '^ATOM' original.pdb > neu.pdb` jede PDB Datei für unser Skript verdaulich machen, wobei *original.pdb* die "aufwendige" PDB Datei ist.

Literatur

Wünschiers (2004) Computational Biology: Unix/Linux, Data Processing and Programming. Springer Verlag, ISBN 3-540-21142-X

Labors für spezielle Aufgaben 23

Woher kommen Steak und Spargel? Isotopenanalyse gegen Panscher und Lebensmittelfälscher

Im Empfangsraum sieht es aus wie in einem Lebensmittelladen. Rhabarber liegt da, Körbe mit Erdbeeren, eine Steige Eier, Spargel, Flaschen mit Olivenöl und ein paar Probefläschchen mit Wodka aus dem Baltikum. Die Agroisolab GmbH in Jülich analysiert Lebensmittelproben aller Art mit speziellem Augenmerk darauf, woher all die guten Dinge kommen. Denn eine ganze Reihe von Lebensmittel skandalen in den letzten Jahren hat gezeigt, dass die Angaben auf dem Etikett durchaus nicht immer mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Mit Hilfe der Isotopenanalyse aber lässt sich mit hoher Sicherheit feststellen, woher ein Lebensmittel stammt, denn das Isotopenverhältnis ist in den verschiedenen Gegenden der Welt überall ein wenig unterschiedlich; in Deutschland kann man auf diese Weise sogar sagen, ob ein Gemüse in Schleswig-Holstein oder in Bayern angebaut wurde – manchmal sogar, ob es von einem bestimmten Anbaubetrieb kommt. Für CLB sprach Hans-Dietrich Martin mit Professor Dr. Hilmar Förstel, dem Initiator und heutigen Berater der Agroisolab GmbH, der ein junges Team unter dem Geschäftsführer Dr. Markus Boner auf dem Weg zur kommerziellen Dienstleistung begleitet.

Förstel leitet ein: „Angefangen hat das vor fast 30 Jahren, als wir uns um die Herkunft und die Verwässerung von Wein gekümmert haben. Man hat damals vor allem hochwertige Weine im Blick gehabt. Erst viel später beschäftigten wir uns auch mit den Massenprodukten, die im Tankwagen aus Bulgarien oder Spanien kommen. Vor etwa zehn Jahren erweiterte sich unser Arbeitsgebiet, und heute ist eine unserer Standardfragen,

festzustellen, woher ein Produkt kommt. Das geht durch die gesamte Lebensmittelpalette.

Es ist natürlich eine Frage des Geldes, das der Einkäufer dafür bezahlt. Dafür ein ganz aktuelles Beispiel: Wir haben jetzt im Frühjahr das „Kartoffeloch“, also die Wochen, ehe die einheimischen Kartoffeln geerntet werden können. Frühkartoffeln kommen, je nach der fortschreitenden Jahreszeit, aus Ägypten, aus Israel, dann geht es weiter nach Marokko, Zypern, Spanien, Apulien (Abbildung 1); und natürlich sind die frühesten die teuersten. Die Folge ist, dass manche Großhändler versuchen, Ware aus der alten Ernte hinüber zu lagern, sie möglichst frisch zu halten, und dann zu den teuren Frühjahrspreisen dem Handel anzubieten. Ein beliebtes Mittel ist es also, alte Ware unterzuschieben.

Zudem beobachten wir immer wieder, dass da etwas untergemischt wird. In einen Sack Zwiebeln füllt der Großhändler neben frischer Ernte auch einen gewissen Prozentsatz alter Ware. Der Käufer stellt dann fest, dass von den 10 oder 15 Stück vielleicht zwei oder drei gammelig sind. Er sagt sich dann, heute waren die Zwiebeln schlecht. In Wirklichkeit hat der Abpacker eine Mischung eingefüllt, und damit kann er natürlich einen Preisvorteil erzielen.“

Fünf „biologische“ Elemente

Pflanzliches und auch tierisches Leben basiert in der Hauptsache auf fünf Elementen: Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel. Alle diese Bio-Elemente, die auch die Hauptmenge der Biomasse bilden, haben mindestens zwei stabile Isotope (Abbildung 2), und der Isotopenmix dieser fünf Elemente ist an jedem Punkt der Erde ein wenig unterschiedlich. Um nachzuweisen, woher eine

Ware kommt, nutzt man dieses unterschiedliche Isotopenverhältnis. Denn weil Pflanzen und Tiere Wasser und Nährstoffe aus ihrer Umgebung aufnehmen, spiegelt ihre Zusammensetzung dieses Isotopenmuster genau wider. So lässt sich anhand einer entsprechenden Datenbank sagen, woher ein Produkt kommt.“

Wie kommt es zu diesen Unterschieden im Isotopenverhältnis? Förstel erläutert es so: „Beim Wasser zum Beispiel haben wir ein Riesenreservoir, denn 98 Prozent allen Wassers auf der Erdoberfläche bilden die Ozeane, und da ist das Isotopenverhältnis sehr konstant. Zusätzlich sind fast 2 Prozent an den Polkappen als Eis gebunden und stehen ebenfalls nicht zur Verfügung. Nur eine im Verhältnis sehr geringe Menge wird durch Wetteraktivitäten in Umlauf gebracht.

Abbildung 1: ¹⁸O-Werte in Kartoffeln aus verschiedenen Anbaugebieten.

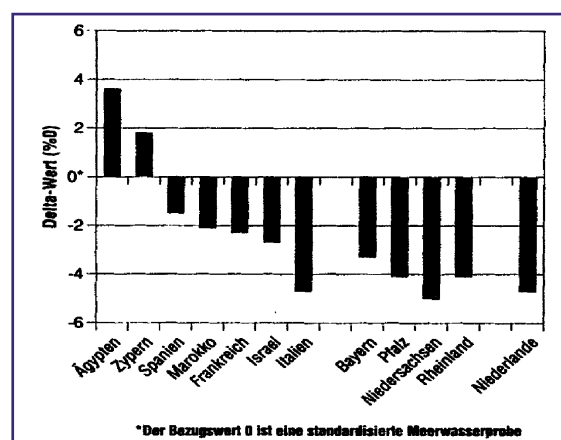


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der stabilen Isotope der „Bio-Elemente“.

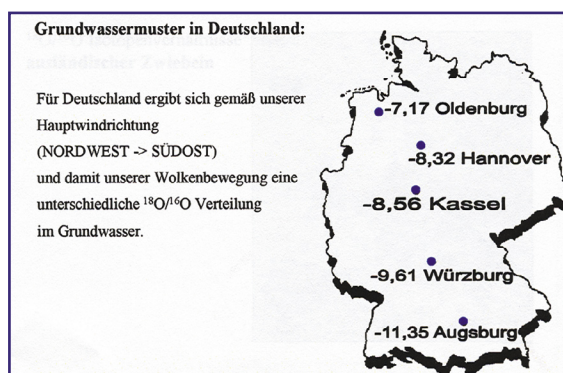
Element	Massen	Relative Häufigkeit in %
C (Kohlenstoff)	12 / 13	98,892 / 1,108
O (Sauerstoff)	16 / 18	99,759 / 0,204
H (Wasserstoff)	1 / 2	99,985 / 0,015
N (Stickstoff)	14 / 15	99,636 / 0,364
S (Schwefel)	32 / 34	95,045 / 4,214

Dieses Wasser hat einen ganz bestimmten Kreislauf. Die Erde kocht beim Verdunsten und Wiederkondensieren praktisch unter Rückfluss. Bei jeder Destillationsstufe ändert sich die Isotopenzusammensetzung im Regenwasser. Das leichtere Wasser mit ^{16}O reichert sich in der Dampfphase an, das Wasser mit ^{18}O bleibt bei dieser fraktionierten Destillation etwas zurück und regnet ab. Dieser Vorgang wiederholt sich, wenn Regenwolken über dem Land durch Verdunstung entstehen und wieder abregnen. In Europa kommt die einströmende Luft von Nordwesten nach Südosten, das ist auch die Hauptregenrichtung. So hat man im Norden von Deutschland eindeutig weniger abgereichertes Wasser und damit auch mehr ^{18}O im Regenwasser als beispielsweise im Süden (Abbildung 3). Das Schwere bleibt immer mehr zurück.“

Isotopenfraktionierung auch in der Pflanze

Wasser ist die wichtigste Sauerstoffverbindung. Bei den ersten Untersuchungen wollte man feststellen, woher der Sauerstoff der Erdatmosphäre stammt, der eine einmalige Eigenschaft im All und Grundlage unseres Lebens ist. Dabei stieß man bei der Quelle des Sauerstoffs, bei den Blättern der Landpflanzen, ebenfalls auf eine Anreicherung des schweren Sauerstoff-Isotops im Wasser. Auch die Blätter sind also eine Stufe der vielfachen Destillation.

Abbildung 3: Grundwassermuster in Deutschland. Das schwerere Isotop ^{18}O reichert sich mit der Hauptwindrichtung immer mehr ab. Die Zahlen geben die Abreicherung vom ursprünglichen Isotopenverhältnis in Promille an.



Um CO_2 aufnehmen zu können, muss das Blatt die Spaltöffnungen aufmachen, und gibt dabei bis zu 1000 Wassermoleküle ab, um ein C-Atom zu erhalten. An einem schönen Sonntag wechselt eine Birke etwa viermal das Wasser in den Blättern, nur durch Wasserabgabe. Der hohe Wasserumsatz führt zu einer Fraktionierung, einer Anreicherung des schwereren Sauerstoffsotops. Von dem ^{18}O bleibt etwas mehr zurück, und dieses Wasser ist nun die Quelle der Fotosynthese. Das heißt aus diesem angereicherten Wasser wird nun bei der Assimilation von CO_2 Sauerstoff mit einem erhöhten ^{18}O -Gehalt freigesetzt. Außerdem wird das angereicherte ^{18}O in die Biomasse eingebaut.

Förstel bringt ein Beispiel: „Beim Beginn unserer Arbeiten ging es uns hauptsächlich um die Verdünnung, die Verwässerung von Wein. Die Pflanze reichert ^{18}O in den Blättern und Früchten gegenüber dem Niederschlags- und Grundwasser etwas an. Dreht man nun den Wasserhahn auf, um das pflanzliche Produkt zu verlängern, also zum Beispiel um den Wein zu panschen, so verdünnt man diese Anreicherung wieder. So konnten wir neulich in einen Prozess an der Mosel nachweisen, dass in einem der Fässer nur 20 Prozent originärer Wein drin waren, der Rest war mit Brunnenwasser gepanscht. Auch in Fruchtsäften lässt es sich nachweisen, ob ein solcher Saft rein gepresste Früchte enthält, oder ab man ein Konzentrat nachträglich mit Wasser aufgefüllt hat.“

Du bist, was Du isst

Förstel erläutert weiter: „Alles um uns herum, auch wir selbst sind Spiegelbild der Isotopenverteilung unserer Umgebung. Eine Pflanze ist auf den Stickstoff angewiesen, den sie im Boden vorfindet. Und auch isotopenmäßig gilt: „Du bist was Du isst.“ Wenn ich eben viel Mais esse, dann ist es völlig klar, dass ich das $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ -Verhältnis in meinem Körper verändere. Wir können also an Fleisch genau sehen, dass das Tier mit Mais gefüttert wurde.“ Da kann man also sogar die Fütterung

der Tiere ermitteln? Förstel nickt: „Genau das ist der Punkt. Das spielt eine Rolle beim ökologischen Landbau, der in Deutschland höchstens 10 Prozent ökologischen Mais füttern kann, und wenn dieser Prozentsatz überschritten wird, dann können wir das feststellen. Wir haben, wir hatten schon solche Fälle.“

Was verraten Stickstoff, Kohlenstoff und Schwefel?

Ein weiterer Indikator ist Stickstoff. Stickstoff zirkuliert im Boden in einer ständigen Redox-Reaktion vom Ammoniak zum Nitrat und wieder zurück zum Ammoniak, und jedes Mal wird dabei ^{15}N abgereichert, weil jedes Mal bei den Redoxvorgängen elementarer Stickstoff verloren geht. Also tritt auch hier eine Fraktionierung ein. Man hat festgestellt, dass sich die ökologische Anbauweise vor allem im Stickstoff ablesen lässt. Förstel schränkt aber ein: „Bei ganz jungen Böden, also wenn der Boden erst seit kurzem im ökologischen Anbau genutzt wird, ist die Methode ungenau. Es dauert ein paar Jahre, bis sich ein Gleichgewicht einstellt. Man muss sich vergegenwärtigen, dass die Laufzeiten im Weinberg bei Stickstoff so bei 150 Jahren liegen. Der Bodenpool ist riesig.“

Wird Stickstoff chemisch fixiert, also beispielsweise in der Synthese von Düngemitteln aus der Luft, dann geschieht das im gleichen Isotopenverhältnis wie im Luftstickstoff, das sich ganz deutlich vom biologischen Isotopenverhältnis unterscheidet. Deshalb prüft Agroisolab die Zusammensetzung für einige Firmen, die wissen wollen, ob der Landwirt tatsächlich vereinbarungsgemäß nur auf einem bestimmten Feld den biologischen Anbau ohne synthetische Düngemittel durchführt, und nicht noch von benachbarten, konventionellen Feldern die Ernte mit einmischt.

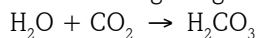
Wie sieht es beim Schwefel aus? Förstel: „Beim Schwefel ist es ähnlich. Es gibt zwei große Schwefelquellen. Die eine ist vulkanischer Schwefel mit einem ganz typischen Isotopenverhältnis. Die zweite ist

der biologisch entstandene. Schwefel wird bei biologischen Vorgängen in zahllosen Umsetzungen immer wieder oxidiert und reduziert, und der so entstandene biologische Schwefel hat eine deutlich andere Isotopenzusammensetzung, je nach der geographischen Lage, so dass man für jedes Feld ein ganz charakteristisches Verhältnis dieser Isotope findet.

Die geografische Herkunft wird hauptsächlich über Sauerstoff und Wasserstoff bestimmt, die Düngung über Stickstoff und Schwefel. In das Parameter Klima geht der Kohlenstoff ein, dessen Einbau in Pflanzen stark von der Temperatur abhängig ist (vgl. CLB 1999/Heft 11 „Rekordkälte im Jahr 1690“).

Messtechnik

Am häufigsten wird das Isotopenverhältnis des Sauerstoffs gemessen. Dazu wird aus dem zerkleinerten Produkt zunächst das Wasser durch Gefriertrocknung vollständig entfernt (Abbildung 4). Das dauert jeweils etwa acht bis neun Stunden, und danach wird das Isotopenverhältnis im Probenwasser bestimmt. Förstel beschreibt das so: „Wir verwenden spezifische Massenspektrometer, die Isotopenverhältnis-Massenspektrometer, mit üblichen Massenspektrometern geht das nicht. In dem aus den Proben abgetrennten Wasser wird der Sauerstoff nach einer uralten Methode bestimmt, die 1956 von Epstein und Mayeda ausgearbeitet wurde, und die bis heute angewendet wird. Das Prinzip ist folgendes: Kohlendioxid und Wasser verbinden sich zu Kohlensäure. Dabei stellt sich ein Reaktionsgleichgewicht ein.



In der Kohlensäure ist der Sauerstoff nicht mehr fest positioniert, das heißt, das ^{18}O -Atom verteilt sich gleichmäßig über die gesamte Matrix. Wenn ich jetzt eine ^{18}O -Markierung beim Kohlendioxid machen würde, dann finde ich diese nach kurzer Zeit auch im Wasser wieder, im Gleichgewicht. Jetzt gebe ich aber einen Überschuss an Wasser hinein, mit dem ich dem Kohlen-

dioxid mein Sauerstoff-Isotopenverhältnis aufdrücke (Abbildung 5). Aus dem überstehenden CO_2 wird dann das Isotopenverhältnis bestimmt, das im Probenwasser vorgelegen hat.

Wir messen die Variationen auf die fünfte Kommastelle. Also wenn da 0,2 Atomprozent ^{18}O , das natürliche Isotopenverhältnis, darin sind, dann misst man reproduzierbar auf 0,00002 Atomprozent. Als Absolutwert kann man das nicht bestimmen, aber die Ergebnisse sind reproduzierbar und können über internationale Standards miteinander verglichen werden. Wir haben internationale Standards, die uns als Nullwert dienen. Sie werden von der Internationalen Atomenergiebehörde vertrieben und werden schon seit den 50er Jahren international akzeptiert.

Unterschiedliche Pflanzentypen

Biochemiker unterscheiden zwei Pflanzentypen mit unterschiedlichem Stoffwechsel. Förstel erklärt: „Die Pflanzen vom Typ C_3 sind sozusagen die Fresser und Säuer, die powern mit Nährstoffen und Wasser, das sind die, die genug Wasser haben. Die anderen stehen schon mal auf trockenem Fuß. Um zu sparen, machen sie tagsüber die Poren zu, und erst nachts nehmen sie Kohlendioxid auf. Das sind die C_4 -Pflanzen. Die C_3 -Pflanzen, das ist die Mehrzahl der Pflanzen, fast alle. Da gehört Wein dazu, Zuckerrübe, Palmen und viele andere. Zur Gruppe C_4 gehören vor allem die Gräser, also auch Mais und Zuckerrohr. Und der Unterschied beim $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis ist groß. Er beträgt 15 Promille. Deshalb ist es sehr einfach, einen amerikanischen Whiskey und einen schottischen Whiskey zu unterscheiden.“

Woher kommt mein Steak?

Förstel berichtet stolz: „Die Dissertation von meinem Kollegen beschäftigte sich mit der Frage: Fleisch aus Argentinien oder aus Deutschland? Als wir hörten, dass in der BSE-Zeit deutsches Rindfleisch illegal nach Argentinien ausgeflogen wurde, haben wir das

untersucht, und wir können ohne weiteres sagen, ein Fleisch stammt aus Argentinien oder aus Deutschland (Abbildung 6). Es geht aber auch soweit, dass wir dem Futter geringe Mengen eines hochverdünnten Isotops zusetzen oder im Trinkwasser das Verhältnis verändern. Das sehen wir dann an der Ware wieder und können sagen: Die Ware ist aus diesem Betrieb oder nicht. Also auch eine aktive Markierung ist möglich. Das wird immer mehr kommen.“

Ein junges Unternehmen

Was sind das für Leute, die hier arbeiten? Förstel zählt auf: „Geschäftsführer ist ein promovierter Lebensmittelchemiker, der von einer Chemieingenieurin als Laborleiterin, einem Biologielaboranten und einigen Hilfskräften unterstützt wird. Insgesamt haben wir fünf, sechs Leute, der Bedarf ist größer, aber das ist eine Frage des Geldes. Es scheint so zu sein, dass wir im Moment durch den enormen Druck von allen Seiten immer mehr gefragt werden. Für



Abbildung 4: Dipl.-Ing. Chemie Anna Tillmann, Laborleiterin bei Agrosolab, bei der Vorbereitung der Gefriertrocknung einer Hühnereiprobe.

Abbildung 5: In dieser Schüttelapparatur wird aus dem Probenwasser das Sauerstoff-Isotopengemisch in übergeschichtetes CO_2 übertragen.



Proteine, Gene und Hormone

Das Gen Myostatin, das bei Mäusen und Rindern für eine angemessene Begrenzung der Muskelentwicklung sorgt, ist auch beim Menschen wirksam, wie Forscher der Berliner Charite zusammen mit Wissenschaftlern aus Baltimore/USA, Cambridge/USA und Halle zeigten. Ein Mangel an Myostatin könnte Patienten helfen, die aus verschiedenen Gründen an Muskelschwund leiden, etwa an der erblichen Muskeldystrophie (Duchenne'schen Erkrankung). Man wird versuchen, durch Medikamente das Myostatin teilweise oder ganz zu blockieren, um so das Muskelwachstum anzuregen.

Geschädigte oder infizierte Körperzellen senden in Form von Adenosintriphosphat (ATP) ein Alarm-signal aus, das über eine komplexe Signalkaskade zu einer vermehrten Synthese des entzündungsfördernden Zytokins Interleukin-6 durch die Makrophagen führt, und damit zu einer Aktivierung des Immunsystems. Wissenschaftler der Universität Marburg zeigten, dass bei der Aktivierung des Immunsystems neben der Antigenerkennung und den Infektionssignalen dieser dritte Mechanismus eine wichtige Rolle spielt.

Das Hormon Relaxin, das in geringen Mengen in der Prostata vorkommt, ist ein Marker für die Sterblichkeit männlicher Dialysepatienten. Je höher die Konzentration des Hormons im Blut, desto wahrscheinlicher ist der Tod und zwar unabhängig von der Art der Niereninsuffizienz, so die Forscher der Berliner Charite, die 245 Patienten über 3 Jahre beobachteten. Bei Frauen zeigte sich der lineare Zusammenhang zwischen Relaxinkonzentration und Sterblichkeit aus bisher unbekanntem Gründen nicht.

Das Retinoblastom-Gen beziehungsweise dessen Protein ist an der Begrenzung der Zellvermehrung und der Aufrechterhaltung des Differenzierungszustandes einer Zelle beteiligt. Entsprechende Resultate wiesen Forscher der ETH in Zürich am Homolog des Gens in Pflanzen nach. Das Gen ist bei vielen Krebsarten des Menschen, beispielsweise einem Augentumor bei Kindern, involviert.

Der Botenstoff Dopamin spielt eine wesentliche Rolle bei der Teilung von Stammzellen im Gehirn. Forscher der Universität Marburg fanden an Vorläuferzellen von Nervenzellen des Zwischenhirns Rezeptoren für Dopamin. Im Hinblick auf zukünftige Therapien der Parkinson-Krankheit, bei der ein Dopaminmangel herrscht, wäre es denkbar, die Nervenzellneubildung durch Dopamin-artige Medikamente zu stimulieren.

Rab-Proteine steuern Transportvorgänge in Zellen. Mutationen in einzelnen Rab-Partner-Proteinen, wie dem Rab Escort Protein REP-1-Protein, führen zu schwerwiegenden Störungen, wie dem fortschreitenden Zerfall der Retina (Chroroideremia) beim Menschen. Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für molekulare Physiologie in Dortmund gelang es, die atomare Struktur und das Zusammenwirken der beteiligten Proteine aufzuklären. Die Befunde eröffnen neue Möglichkeiten für eine Therapie.

die wirtschaftlichen Belange haben wir als Partner die Firma Agrosom in Lauenburg gewinnen können.

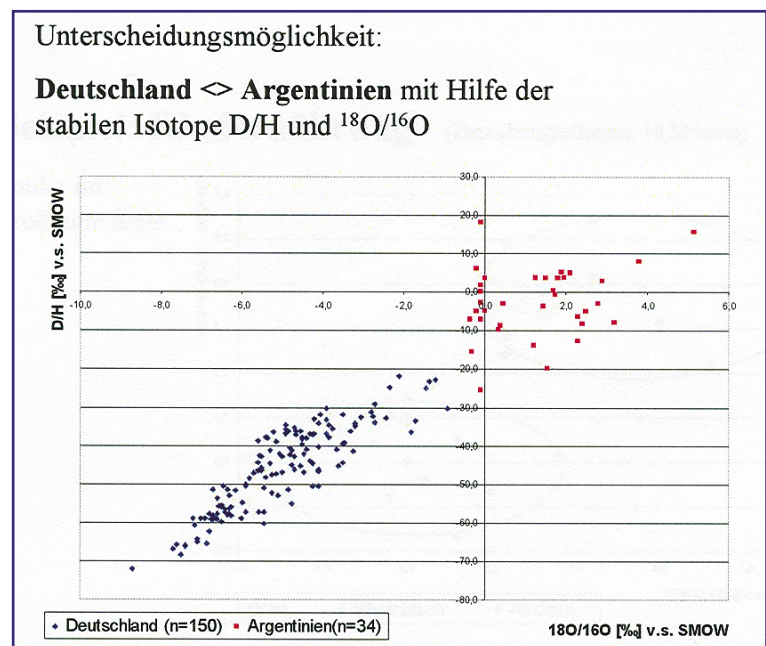
Wir arbeiten für staatliche Stellen, aber auch für die Industrie, sogar für Privatleute. Manchmal sind die Ergebnisse gar nicht so spektakulär für die Öffentlichkeit, weil die Qualitätssicherung einfach manches auslistet.“ Förstel betont das sehr ernst: „Das heißt, eine Firma wird aus der Liste der Lieferanten gestrichen, und das ist die bitterste Geschichte, die einem Händler oder Abpacker passieren kann. Das kann die Existenz bedrohen. Insofern ist die Arbeit mit einer großen Verantwortung verbunden und muss sehr sorgfältig immer wieder überprüft werden. Bei jeder Probe lassen wir Standards mitlaufen, die wiederum an internationale Standards angeglichen sind, und zwischen jede Mes-

sung wird ein Standard geschoben. Dass unsere Arbeiten so realisiert werden konnten, ist glücklichen Umständen zu verdanken. Einmal der Unterstützung des Forschungszentrums Jülich, das unsere Arbeiten sehr gefördert und unterstützt hat, bis die Firma Agrosolab dann ausgegliedert wurde, und das auch heute noch durch die engen Kontakte Hilfestellung leistet, und es ist andererseits die junge Mannschaft, die das Risiko auf sich nehmen wollte und konnte, und auch die Arbeitsbereitschaft und Cleverness der jungen Leute, die hier die Sache betreiben. Denn wir sind in der Lage, heute alle Methoden, die möglich sind, die verschiedenen Nachweise, innerhalb kürzester Zeit durchzuführen und auch den Service recht kurzer Lieferzeiten anzubieten.“

Hans-Dietrich Martin

Bilder 1 bis 3 und 6: Agrosolab,
Bilder 4 und 5 Pressedienst Chemie.

Abbildung 6: Geografische Aufteilung von Fleischproben aus Argentinien und Deutschland, ermittelt über die Isotope H/D und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.



Erratum

In der CLB vom Juni/2004 hat sich bedauerlicherweise ein Fehler eingeschlichen. Im Artikel „Essigsäure und Acetate“ muss es in der Bildunterschrift der Abbildung 15 statt „Löslichkeit der Alkalimetalle in Wasser...“ richtigerweise heißen: „Löslichkeit der Alkalimetallacetate in Wasser...“. Wir bitten um Entschuldigung. Die Redaktion.

11. Anwendertreffen „Röntgenfluoreszenz- und Funkenemissionsspektrometrie“ Referate auch über laufende Arbeiten

Im März 2004 trafen sich in der Universität Duisburg-Essen 200 an der Spektroskopie interessierte Teilnehmer aus Kanada und zahlreichen europäischen Ländern zum diesjährigen Anwendertreffen. Diese inzwischen über die Grenzen Deutschlands bekannte Tagung ist eine der wenigen Veranstaltungen, die sowohl den industriellen Anwendern als auch den Herstellern ein Diskussionsforum bietet. Dieses Anwendertreffen zeichnet sich auch dadurch aus, dass nicht nur über abgeschlossene Forschungsvorhaben, sondern auch über laufenden Arbeiten referiert wird.

Zu Beginn wurde an „Die Rolle der Bogenentladung in der praktischen Emissionsspektroskopie“ erinnert, die durch den neuen, stabilisierten Bogen wieder aktuell wurde. Dies bestätigte K. Flórián, Koice, in seinem Vortrag „Moderne Bogenspektrometrie in der Feststoffanalytik“ über die Analyse keramischer Materialien. Anschließend wurde für den „Femtosekunden-Laser – neue Möglichkeiten für die Emissionsspektroskopie“ nicht klar sichtbar, welche Vorteile in der Material- und Werkstoffanalytik damit zu erzielen sind. Die „Einschlussanalyse in der Produktion mittels Funkenspektrometrie“ informierte über die „Peak Discrimination Analysis“-Methode. „Die schnelle Bestimmung von Elementverteilungen an großen Flächen mittels Laser - OES“ zeigte, wie der Zeitaufwand mit kleiner werdendem Laserspot extrem zunimmt, und wie begrenzt die Anwendung von Mikrosportlasern tatsächlich ist.

In den folgenden Vorträgen stellten die Autoren neue Möglichkeiten der Signalverarbeitung mit CCD-Spektrometern vor, wobei mit der schnellen Spektren- erfassung eine Optimierung der

analytischen Leistung erreichbar ist. Ein sich stetig verstärkender Trend ist die Anwendung mathematischer Modelle zur Verbesserung der Ergebnisse, wobei eine kritische Beurteilung dieser Daten zwingend notwendig ist, um so den Schritt zur Schönrechnerei zu vermeiden.

Ein Anwendervortrag informierte über ein mechanisch-technisches Problem der Stahlprobenvorbereitung „Schleifen oder Fräsen: eine oberflächliche Entscheidung?“. Es folgte ein Beitrag zum Thema Laborautomatisierung, wobei bekannte Techniken durch Modularisierung zu kundenspezifischen Automatisierungskonzepten zusammengestellt werden können. Die folgende Information über die direkte Analyse von metallischen Proben mittels Funkenablation und einem hoch flexiblen ICP-OES-CCD-Spektrometer, beschrieb ein kompaktes Funkenablationssystem als Zusatzgerät für die ICP-OES und erwähnte auch noch die Möglichkeiten der Laserablation. Dass es für Hersteller möglich ist, nicht nur ein bekanntes Gerät zu beschreiben, sondern Ergebnisse von Kunden im Ist-Zustand vorzustellen, ließ die „Moderne Analytik von Oberflächen und Beschichtungen mittels GD-OES“ erkennen. Anschließend erläuterte N. Jakubowski aus Dortmund das analytische Potenzial der „Analyse technischer Oberflächen mittels GD-MS“. „Der gordische Knoten im Draht: Elementanalyse von Drähten und Drahtgeflechten mittels OES und RFA“ würde einfach durch die Entwicklung geeigneter Halterungen und verkleinerter Brenn- oder Bestrahlungsflecke (0,7-2 mm Ø) gelöst. Doch Drähte sind aufgrund der starken Verformung so unterschiedlich in der Homogenität, dass ein Entfernen der Außenhaut nicht ausreicht,

um ein universelles Verfahren zu erhalten.

Informationen über eine „Hochbrillianten Röntgenquelle mit Fokusoptyk als Zusatzmodul für Rasterelektronenmikroskope zur Elementanalyse mit hoher Nachweisempfindlichkeit“ folgten. Das iMOXS ist ein μ XRF-Gerät mit speziellen Polykapillarlinsen und einer Kapillar-Zoomoptik, worauf die hohe Empfindlichkeit basiert. Die hohe Leistungsfähigkeit, welche die „TXRF an pulverförmigen Materialien“ bietet, hier am Beispiel der Al_2O_3 -Analyse, war Thema des letzten Vortrages des ersten Tages.

Den zweiten Tag begann A. von Bohlen, Dortmund, mit einer anschaulichen Beschreibung der „Röntgenfluoreszenz mit Synchrotronstrahl-Anregung“, einer zweifellos hochinteressanten Technik mit erreichbaren Elektronenstrahlenergien bis zu 30 KeV, was sich durch Beschleunigen (Booster-Synchrotronstrahlung) auf 1,5 GeV steigern lässt. Man muss nur die Möglichkeit haben, an DELTA, BESSY usw. andocken zu können. Diese Gelegenheit hatte auch P. Hoffmann, Darmstadt, der die „Chemisch-analytische Charakterisierung von Mehrfachschichten durch Röntgenspektroskopie mit Synchrotronstrahlung“ vorstellte und mit noch druckfrischen, positiven Ergebnissen von der Aktualität und einer positiven Kontrolle mit der Rutherford-Backscattering-Technik überzeugte. Danach wurde ein Zusatzgerät für das REM: „Kompakter und mobiler Messkopf für die Element- und Molekülspektrometrie durch die Nutzung der Methodenkopplung (RF- und Raman-Spektroskopie“ vorgestellt. Die vielversprechenden, an Stahl- und Al-Oberflächen erhaltenen Ergebnisse wurde mit Hilfe der LA-ICP-MS oder der ICP-MS überprüft.

Anschließend sollte das Auditorium überzeugt werden, dass bestimmte AufschlieÙgemische nach klassischem Vorgehen geeignet sind, die Anforderungen für „Accurate and reproducible beads: Preparation by fusion of some difficult materials: Iron Oxide, Ferro-Alloys, Copper Sulphides and Silicon Carbide“ zu erfüllen. Überzeugende Beleganalysen wurden nicht gezeigt. Es folgte ein Bericht über das „Development of fusion procedures from raw meals samples“. Nun ist die Zementanalyse und das Aufschließen der inhomogenen Rohmischung ein altbekanntes (und überwiegend gut gelöstes) Problem, bei dem man nicht schon mit Korrekturberechnungen beginnen sollte.

Aus der Praxis folgte eine Beschreibung der Automatisierung der Probenvorbereitung für TiO₂ bzw. für Anatas und Rutil nach der Calcinierung, was zur einer „XRD/XRF-Automatisierung in der Titandioxid-Produktion“ führen soll. Überrascht wurde das Auditorium mit dem Thema: „Warum sind die Mayas ausgestorben, Antworten mit der μ -RFA“. Durch die Analyse von Bohrkernen aus bestimmten Sedimentschichten in einer Region des Golfes von Mexiko und mit Titan als Leitelelement für den Flusswasserzulauf lieÙen sich lange Trockenzeiten erkennen. Für die analytische Untersuchung der 1,5 m langen Bohrkern wurde eine Apparatur mit langer Probenkammer und beweglichem μ XRF-Messkopf entwickelt.

Die folgenden Berichte widmeten sich intensiv der standardlosen Analytik und lösten aufgrund unterschiedlicher Definitionen nachhaltige Diskussionen aus. Dabei zeigte sich das die Hersteller zum Teil mit dem Begriff standardlos ein vorkalibriertes Analysensystem bezeichnen. Dies ist Symptom für eine Entwicklung in vielen analytischen Laboratorien, wo aufgrund des Mangels an qualifizierten Mitarbeitern die eigenständige Entwicklung pro-

blemorientierter Applikationen eingestellt werden musste. So werden Entwicklung und Applikation, vor allem das Kalibrieren, auf den Gerätehersteller übertragen, und damit letztlich auch die aus der Qualitätssicherung resultierende Verantwortung. Unter Berücksichtigung des geltenden Produkthaftungsgesetzes ist zu prüfen, in wie weit der Gerätehersteller die Verantwortung für die analytischen Ergebnisse übernehmen muss. Ob die Hersteller sich dieser Verantwortung bewusst sind, sollte intensiver diskutiert werden.

Auch aktuelle Weiterentwicklungen in der Spektrometertechnik wurden im Rahmen einiger Beiträge vorgestellt. Im Vortrag „Vorteile in der Anwendung eines High-End EDX-Spektrometers“ wurde ein neues Analysensystem, das EPSILON 5, mit polarisierender Geometrie, einer Gd-Röhre, die mit 100 KV betrieben wird, verschiedenen Targets und einem neuen Ge-Detektor (Na bis U) vorgestellt sowie mittels verschiedener Applikationsdaten die analytische Performance aufgezeigt.

Unter dem Titel „Neue Entwicklungen in der WDX-Spektroskopie erlauben neue Möglichkeiten in der Spurenbestimmung“ wurde über ein neues WDX-Gerät berichtet, das sich durch eine enggekoppelte Optik auszeichnet und in voroptimierten Versionen, zum Beispiel für Zement- oder petrochemische Proben sowie „Advanced“ für erfahrenere Analytiker zur Verfügung steht. Linienkoinzidenzen werden mit interferenzfreien Standards behoben, und Rechnerprogramme für Absorptionskanten- oder Sprungkantenkorrekturen sind vorhanden.

Aus der Sicht eines Auftragsbeziehungsweise Dienstleistungslaboratoriums wurde über die „Bestimmung von Schwermetallen, Fluor und Chlor in Althölzern mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse“ berichtet, wobei vor allem die sorgfältige Probenvorberei-

tung bis hin zum Pulverpressling eine wesentliche Rolle spielte.

In schönem Gegensatz zu allen apparativen und mathematischen Anpassungen erinnerte A. Janßen, Steinfurt, abschließend an die „Anreicherungsverfahren in der Probenvorbereitung für die Röntgenfluoreszenzspektrometrie“, an die einfachen chemischen Vorarbeiten wie die Chelatbildung auf Ionenaustauschern, die Kollektorfällung oder das Konzentrieren durch Eintrocknen.

Es wurde der Wunsch geäußert, dass zukünftig noch mehr die analytische Anwendung dieser Methoden im Vordergrund stehen sollte. Bei den Diskussionen zeigte sich auch, dass sowohl Analytiker als auch die Gerätehersteller oft nicht die gleichen Definitionen und Begriffe verwenden. Hier könnten derartige Anwendertreffen helfen wieder zu einer gemeinsamen Sprache zurückzufinden, denn nur durch offene Diskussionen und konstruktive Kritik können wir die Analytische Chemie voranbringen.

Das 12. Anwendertreffen Röntgenfluoreszenz- und Funkenemissionsspektrometrie des Deutschen Arbeitskreises für Angewandte Spektroskopie (DASp) findet am 7. und 8. März 2005 an der Universität Dortmund statt. Vortragsanmeldungen werden erbeten an Alex von Bohlen, ISAS, Bunsen-Kirchoff-Str. 1, D-44139 Dortmund Fax 0231/1392120, E-Mail: vonbohlen@isas-dortmund.de.

Prof. Dr. Knut Ohls, Dortmund

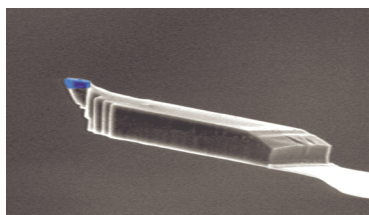
Kleinste magnetische Strukturen

Einzelne Spins und Nanomagnete

Forscher haben einen Durchbruch bei den Methoden zum Nachweis kleinster magnetischer Strukturen errungen. Grundlage dafür sind die Magnetische Resonanzkraftmikroskopie und die Elektronenmikroskopie. Der Nachweis und die Manipulation einzelner Spins könnte in Medizin und Biochemie zu neuen Erkenntnissen beitragen und bei der Realisierung von Quantencomputern helfen.

Die Wissenschaftler des Almaden Research Center von IBM kombinierten dabei die Rasterkraftmikroskopie mit dem schon lange in der Medizin verwendeten Magnetic Resonance Imaging (MRI). Der Aufbau besteht aus einem 85 Mikrometer langen und 150 Nanometer dünnen Hebel (Abbildung 3) mit einer extrem feinen Spitze aus magnetischem Material und einer Spule, die ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Die Magnetspitze erzeugt ein stark inhomogenes Magnetfeld, sodass nur Elektronen innerhalb einer schüsselförmigen Zone in magnetische Resonanz kommen können. Der Spin eines solchen resonanten Elektrons ändert sehr schnell seine Orientierung, durch die magnetische Kraftwirkung auf die Spitze fängt der Hebel an zu zittern. Jetzt ist zum ersten mal der Nachweis einzelner Spins gelungen. Das Team

Die Interaktion des magnetischen Feldes der Trägerspitze mit dem Elektronenspin führt entweder zur Anziehung oder zur Abstoßung, abhängig von der Orientierung des Elektrons. Die verdickte Region am Ende des Trägers ist 10 Mikrometer lang, 5 Mikrometer breit und einen Mikrometer dick. Der Messbalken stellt einen Mikrometer dar (Abb.: IBM).



hat die Sensitivität der MRI um zehn Millionen Mal verbessert, verglichen mit medizinischen MRI Geräten, mit denen man menschliche Organe betrachtet. Diese erhöhte Sensitivität bringt die MRI in den Nanobereich. Etwa fünf bis zehn Atome nebeneinander sind einen Nanometer lang. Mit dieser weiterentwickelten Technik können nicht nur die dreidimensionalen, atomaren Strukturen von Proteinen direkt betrachtet werden. Es können womöglich auch Quanteninformationen in zukünftigen spin-basierten Quantencomputern detektiert werden.

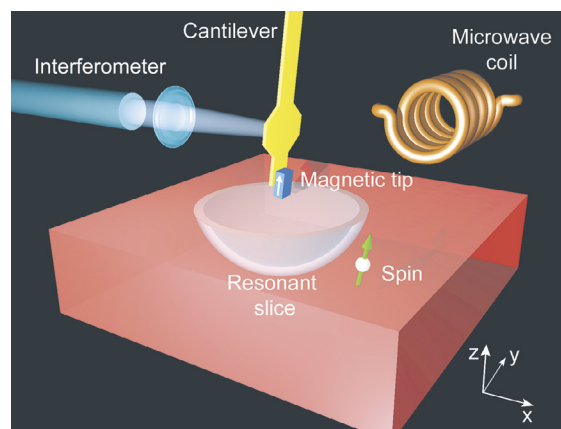
Unikat in Regensburg

An der Universität Regensburg wurde ein neues „Lorentz-Elektronenmikroskop“ in Betrieb genommen und weiterentwickelt, das in seiner endgültigen Ausbaustufe ein weltweites Unikat darstellt. Damit können kleinste magnetische Partikel, die sich auch als Speicherzellen eignen, mit einer bislang unbekanntenen Präzision und Detailtreue untersucht werden.

Nanostrukturierte magnetische „Zellen“ haben das Potenzial, welches für künftige Informationstechnologien gebraucht wird. Während ein „normaler“ Computer bei Stromausfall sein „Gedächtnis“ verliert, bleibt ein auf Magnetismus basierendes Gedächtnis auch dann erhalten. Speicherbausteine auf Magnet-Basis versprechen sogar um bis zu 100-fach schneller zu sein als herkömmliche Halbleiterspeicher.

Magnetismus ist ein kollektives Phänomen, die Wechselwirkung vieler benachbarter Atome bestimmt, ob wir einen Stoff als „magnetisch“ oder „unmagnetisch“ wahrnehmen. Wird die Zahl der beteiligten Atome künstlich beschränkt, so kann es zu überraschendem Verhalten kommen. Das Teilchen ändert in Abhängigkeit seiner Größe oder auch geometrischen Form sein mikromagnetisches Verhalten.

Das gezielte Einbringen von „Störungen“ durch elektronenstrahl-



Die magnetische Resonanzkraftmikroskopie (MRFM) benutzt einen ultradünnen Silikonträger (gelb) mit einer magnetischen Spitze (blau), der das magnetische Signal eines einzelnen Elektrons inmitten einer Probensubstanz detektiert. Die Interaktion zwischen dem „spin“ und der Trägerspitze ist in einer halbrunden Region der Probe namens „resonant slice“ lokalisiert, welche sich, sobald der Träger vibriert, mitbewegt. Mittels eines hochfrequenten magnetischen Feldes aus einer Spule (rechts im Hintergrund) ändert sich die Orientierung des Elektrons (grüner Pfeil). Die magnetische Kraft zwischen dem Elektron und der Trägerspitze verändert sich jedes Mal zwischen Anziehung und Abstoßung, wenn das Elektron seine Orientierung ändert, was auch die Trägerfrequenz verändert. Ein Laserstrahl (links) misst präzise die Vibrationsfrequenz des Trägers (Abb.: IBM).

thografische Techniken erlaubt die Untersuchung des Einflusses von Geometrieeffekten auf das magnetische Verhalten. Magnetische Wirbel sind bewegliche magnetische Strukturen, die durch Magnetfelder verschoben werden können. Künstlich erzeugte kleine Löcher im Material bilden regelrechte Fallen, die solche Wirbel einfangen können. Mit differentiellen Phasenkontrast-Verfahren lassen sich ganze Magnetismus-Landkarten kleiner magnetischer Teilchen erstellen, komplexe Strukturen werden direkt für das Auge sichtbar.

Prof. Josef Zweck am neuen Elektronenmikroskop (Foto: Uni Regensburg).



Der Europamarkt für Futtersäuren

Kostengünstige Wachstumsförderer

Insgesamt positive Wachstumsaussichten bescheinigt eine neue Analyse der Unternehmensberatung Frost & Sullivan dem Europamarkt für Futtersäuren. Danach soll der Gesamtumsatz von schätzungsweise 191,0 Millionen Euro im Jahr 2002 auf 404,9 Millionen Euro im Jahr 2009 ansteigen. Hauptquelle des Wachstums ist der Sektor der Futteransäuerung, der insgesamt so stark zulegen soll, dass die zunehmende Sättigung bei der Futtermittelkonservierung und die zurückgehende Nachfrage nach Silagezusätzen mehr als ausgeglichen werden (siehe auch den Artikel über Ameisensäure und -derivate in CLB 10/2003).

Das Verbot des Antibiotikaeinsatzes zur Wachstumsförderung, das ab 2006 gelten soll, dürfte zu einem verstärkten Einsatz von Alternativen, insbesondere von Futtersäuren, führen. „Der Anstieg der Wachstumsraten, vor allem zwischen 2002 und 2006, spiegelt das Umsteigen der Futtermittelindustrie von antibiotischen Wachstumsförderern auf Säuren als alternative Mittel zur Leistungssteigerung wider“, erläutert Anna Ibbotson, Food Research Manager bei Frost & Sullivan „Unter den alternativen Produkten, die ebenfalls wachstumsfördernd wirken sollen, wie zum Beispiel ätherische Öle, Kräuter und Gewürze, Probiotika und Präbiotika, haben sich Säuren bisher als die kostengünstigste verfügbare Option erwiesen.“

Allerdings könnte die vorgesehene Einführung einer Registrierungspflicht für wachstumsfördernde Produkte das Marktwachstum bremsen. „Die Kostenstrukturen bei den Zulieferern auf allen Stufen der Zulieferkette werden zu Fusionen und Übernahmen führen, um Größenvorteile, zunehmende vertikale Integration und Vorteile im Forschungs- und Entwicklungsbereich zu ermöglichen“, prognostiziert Ibbotson.

Länder mit intensiver Schweine- und Geflügelproduktion wie Deutschland, die Benelux-Länder und Frankreich sind seit mehr als einem Jahrzehnt mit der Praxis der Futteransäuerung zur Wachstumsförderung vertraut. Da die Vorteile der Futteransäuerung zunehmend erkannt werden, kann mit einer entsprechenden Zunahme der Nachfrage gerechnet werden.

Auch die weniger entwickelten südeuropäischen Märkte setzen Säuren stärker als bisher nicht mehr nur zur Futtermittelkonservierung, sondern auch zur Leistungssteigerung ein. Deshalb sollten Ländermärkte wie Spanien und Italien die höchsten langfristigen Wachstumsraten verzeichnen. Die EU-Osterweiterung bietet den Herstellern zusätzliche Möglichkeiten zur Erschließung neuer Märkte.

Nach 2006 dürfte eine weitere Umsatzsteigerung auf den gesättigten Märkten der nördlicheren Teile Europas schwierig werden. Der Ein-

satz bisher weniger genutzter Säuren wie Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Sorbinsäure zur Sicherung der Produktdifferenzierung soll dazu beitragen, den Gewinnrückgängen bei herkömmlichen Produkten wie Ameisensäure und Propionsäure auf den gesättigten Ländermärkten entgegenzuwirken. Neuartige Anwendungen in der Form von Mischungen mit nicht sauren Bestandteilen und mikroverkapselten Produkten stellen ebenfalls potenzielle Wachstumssektoren dar.

Zwar können alle Säuresektoren bis 2006 mit Wachstum rechnen, Ameisensäure und Propionsäure sollen jedoch Marktanteile an Milchsäure und Fumarsäure sowie einige bisher weniger gebräuchliche Säuren wie Buttersäure und Essigsäure verlieren. Insbesondere der Milchsäuremarkt soll langfristig kräftig wachsen und dabei ein gutes Stück des Marktanteils der Ameisensäure am Futteransäuerungssektor absorbieren.

Novelle zum Energierecht gebilligt

Regulierung und Info-Pflicht

Das Bundeskabinett hat am 28. Juli den Entwurf zum neuen Energierecht gebilligt. Im Kern sieht es eine Regulierungsbehörde für den Strom- und Gasmarkt vor, wo die Preise für die Netzdurchleitung überwacht und letztlich gedämpft werden sollen.

Das Gesetz stelle sicher, dass der Wettbewerb für Strom und Gas nicht durch einzelne Unternehmen auf dem Markt behindert werden könne, sagte Bundeswirtschaftsminister Wolfgang Clement.

Die Aufsicht übernimmt die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation in Bonn. Dort würden zunächst die Entgelte überprüft, die die Netzbetreiber

bei der Einleitung der Energien kleinerer Anbieter verlangen.

Die Novelle des Energierechts führt neben einer Regulierungsbehörde für die Strom- und Gasmärkte auch eine neue Informationspflicht für die Stromversorger ein. Das neue Gesetz verpflichtet die Versorger, ihren Kunden mit der Stromrechnung und in Werbematerialien Auskunft über die Art der Stromerzeugung und die damit verbundenen Umweltbelastungen zu geben. Alle Verbraucher werden so erfahren, wie groß die Anteile an Atomkraft, Kohle oder erneuerbaren Energien wie Wasser- und Windkraft in der Strombeschaffung des jeweiligen Versorgers sind.

Online-Überwachung von Polymerisationsreaktionen

Polymer Laboratories hat ein Abkommen mit der Tulane University, New Orleans, USA, zur Lizenzierung und Kommerzialisierung von ACOMP, Automatic Continuous Online Monitoring of Polymerisation (automatische, kontinuierliche Online-Überwachung von Polymerisationsreaktionen) unterzeichnet. Entwickelt von Dr. Wayne Reed, Professor der Abteilung für Physik in Tulane, beruht ACOMP auf dem Prinzip der kontinuierlichen Reaktor-Entnahme von Polymermaterial, welches schnell ausreichend verdünnt wird, um physikalische und chemische Messungen des Stromes praktisch in Echtzeit durchführen zu können.

Der Vorteil dieser kontinuierlichen Online-Kontrolle ist die sofortige Anzeige einer Zustandsänderung im Reaktor. Das von Polymer Laboratories kommerzialisierte System ist ein verlässliches, robustes System. Es erfordert keine spezielle Synchronisation mit den Detektoren, keine Detektor-

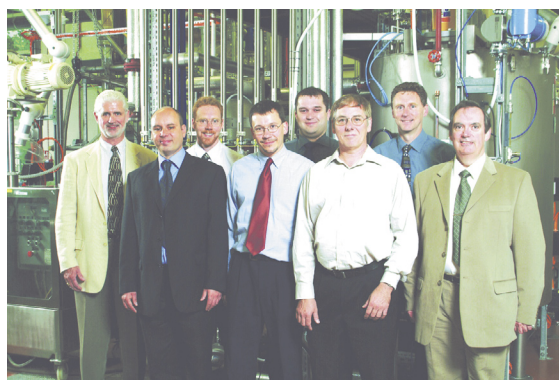
Spülzyklen oder Grundlinien-Stabilisierung zwischen den Messungen. Die Daten werden kontinuierlich erfasst. Dies gestattet oft einen Lösungsansatz für die Kinetik und anderer wichtiger Reaktionsmerkmale, die einfach bei der durch lange Totzeiten unterbrochene Datenerfassung vermisst werden.

Bei Einsatz von Mehrfachdetektoren können kontinuierliche Aufzeichnungen sowohl durch Rechenoperationen und auch durch derivative/integrierende Maßnahmen beeinflusst werden, um erweiterte Kenndaten der Polymerisationen zu gewinnen, wie beispielsweise Molekulargewichts- und Viskositätsmittelwerte (M_w und M_v) und Umsetzungsgrad und -stufe. Schließlich gestattet ACOMP Online- und Echtzeit-Kontrolle des Polymerisationsprozesses und der Polymereigenschaften.

Die Systeme sind innerhalb der PL-PMC-Systemserie für Online-Polymerüberwachung und -kontrolle von Polymer Laboratories erhält-

lich. Sie bieten ein Spektrum an Lösungen der Prozessüberwachung und -kontrolle und dienen als Ergänzung der Hochgeschwindigkeits-Chromatographie-Technologien zur Polymercharakterisierung von Polymer Laboratories.

Polymer Laboratories GmbH
PEKA Park T5
64293 Darmstadt
Tel 06151 860690
Fax 06151 860670
www.polymerlabs.com



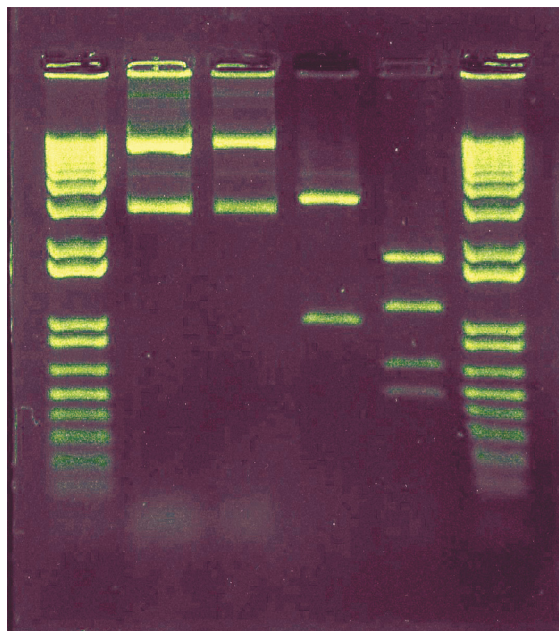
Gelfärbung: sensitiver und weniger toxisch

Molecular Probes bietet die SYBR Safe™ DNA-Gelfärbung ab sofort in mehreren neuen Packungsformen an. Zur Erleichterung ihrer Arbeit haben die Anwender jetzt die Wahl zwischen gebrauchsfertigen Lösungen in einem TBE- oder TAE-Puffer und einem 10 000fachen Konzentrat.

SYBR Safe™ DNA-Gelfärbung kann auf die gleiche Weise verwendet werden wie Ethidiumbromid, mit dem Vorteil einer verbesserten Empfindlichkeit und einer geringeren Mutagenität. Dieser grüne Fluoreszenzfarbstoff eignet sich sowohl zur Verwendung in Agarose- als auch in Polyacrylamidgelen und kann direkt in das Gel gegossen oder als Färbemittel nach dem Gellauf verwendet werden. Der

Farbstoff ist zweimal so empfindlich wie Ethidiumbromid und bis 400 mal so empfindlich wie kolorimetrische Farbstoffe. Bei drei Genotoxizitätsuntersuchungen, die an Säugerzellen durchgeführt wurden, hat die Substanz negative Ergebnisse erzielt, im Ames-Test hat es sich als weniger mutagen erwiesen als Ethidiumbromid. SYBR Safe™ kann mit Standard-UV-Transilluminatoren, Tageslichttransilluminatoren und mit laserbasierten Scannern verwendet werden.

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



PCR: einfacher, schneller, spezifischer und sensitiver

Die epMotion 5070 Liquid Handling Workstation ermöglicht ein kontaminationsfreies und reproduzierbares Setup von PCR-Reaktionen im 96- und 384-well-Format. Dank ihrer modularen Bauweise und ihres umfangreichen Systemzubehörs können mit der epMotion 5070 Reagenzien sowohl aus unterschiedlichsten Gefäßen entnommen als auch dispensiert werden.

Eine weitere Komponente des Systems ist der Mastercycler ep gradient S, der für PCR in bewährter Qualität steht und zukünftig auch zum „real-time Cycler“ ausgerüstet werden kann. Er gehört derzeit zu den technisch besten

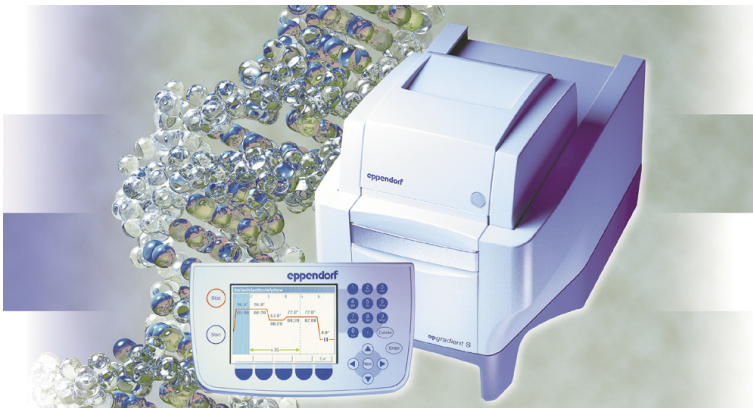
und schnellsten Thermocyclern. Neben der neuen Temperatorkontrolltechnik verfügt der Mastercycler ep gradient S über ein anwenderfreundliches Bedienkonzept, das auf einer intuitiven Software mit einer graphischen Bedienoberfläche basiert.

Die twin.tec PCR Plates, im 96er oder 384er Format ergänzen den Mastercycler ep. Die reduzierte Wandstärke der Polypropylen-Wells sorgt für einen guten Wärmetransfer und gutes Anschmiegen der Wells an den Thermoblock des Mastercycler ep gradient S, während der Polycarbonat-Rahmen die mechanische Stabilität erhöht und den Einsatz in Automaten ermöglicht.

Die neuartige Hot Start PCR Technologie basiert auf einem inerten Liganden, der die Polymerase reversibel und temperaturabhängig blockiert und eine lange initiale Aktivierungsphase

überflüssig macht. Für die optimale Magnesium-Konzentration sorgt zudem ein selbsteinstellender Puffer, der eine Reaktionsoptimierung minimiert.

Darüber hinaus wurde von Eppendorf ein Reaktions-Mastermix für die quantitative PCR entwickelt, der für sondenbasierte Assays optimiert wurde. Dadurch können mit derselben Menge Ziel-DNA stärkere Signale erzeugt werden, was eine höhere Empfindlichkeit bedeutet. Die in dem Mastermix verwendete Pufferlösung passt die Konzentration des freien Magnesiums kontinuierlich an und besitzt eine bereits optimierte Kombination natürlicher und chemisch modifizierter dNTPs, Enhancer und Stabilisatoren. Außerdem verhindert die patentierte HotMaster Taq DNA Polymerase die unspezifische Amplifizierung des Produkts und vereinfacht den Reaktionsaufbau bei Raumtemperatur. RealMaster-Mix ist lieferbar mit und ohne Rox (passiver Referenzfarbstoff).



Eppendorf AG
Tel 040 5 38 01 0
Fax 040 5 38 01 556
www.eppendorf.com

Schnelle Peptid-Synthese

Die Peptid-Produktion mit dem Synthesizer Odyssey von CEM erfolgt durch Automatisierung und Optimierung des gesamten Prozesses schneller als mit konventionellen Systemen. Die organischen Reaktionen benötigen bei Verwendung von Mikrowellenenergie nur Minuten, nicht Stunden, wie

bei der traditionellen Methode. Es sind sowohl manuell zu bedienende, als auch automatisierte Geräte lieferbar, mit denen bis zu zwölf unterschiedliche Peptide synthetisiert werden können. Das System führt eine automatisierte Harzabspaltung durch und deckt bei der Peptide-Synthese den Bereich zwischen 0,05 bis 5 mMol ab. Peptide werden in weniger als zwei Stunden hergestellt mit Durchlaufzeiten von weniger als 10 Minuten pro Aminosäurezusatz und automatische Abspaltung innerhalb von 15 Minuten. Es können 25 Aminosäure vorgehalten werden. Reaktionsbehälter von 10 bis 100 ml sind einsetzbar. Eine Vorlage von vielen Aminosäuren erlaubt die Synthese

von Mehrfach-Peptiden bei individuell programmierbarem Maßstab. Durch den Einsatz preiswerter Reagenzien, Reduzierung der Menge eingesetzter Reagenzien und Vermeidung von Doppelkoppelungen werden Kosten eingespart. Das System ist einfach zu bedienen und netzwerkfähig. CEM liefert ein umfangreiches Zubehör für das Odyssey. Das kompakte Design des Systems passt auf jeden Arbeitstisch und unter eine Dunstabzugshaube.



CEM Mikrowellen-Labortechnik GmbH
47475 Kamp-Lintfort
Tel +49 (0)2842 96440
Fax +49 (0)2842 964411
www.cem.de

Erzeugung von Reinstickstoff

Der Parker Balston Stickstoff-Generator Modell N2-4000 wurde von Polymer Laboratories ausgewählt, um den Anwendern eine bequeme Möglichkeit der Stickstoff-Versorgung für den Einsatz seiner neuesten Verdampfungs-Lichtstreu-Detektoren (ELSD) zu geben. Die ELSDs von Polymer Laboratories bieten komplette Gradienten- und Lösungsmittel-Kompatibilität, keine Erfordernis für Vor- oder Nachsäulen-Derivatisierung, ausgezeichnete Basislinien-Stabilität und keinerlei Beeinflussung von Extinktionskoeffizient oder dn/dc. Da das PL-ELS 2100 für Niedrigtemperatur-Applikationen mit halbflüchtigen Komponenten konzipiert ist, wird Stickstoff als Trägergas eingesetzt. Das System erfordert Drucke von 60-100psi bei Flussraten bis zu 3,25 Litern/

Minute. Der Parker Balston Generator erfüllt diese Spezifikation und erzeugt 99 Prozent Reinstickstoff. Er benötigt keinen Strom und hat keine beweglichen Teile. Der Stickstoff wird über eine patentierte Membran-Trenntechnik erzeugt, der Generator wird einfach an eine Druckluft-Versorgung angeschlossen. Die Luft wird beim Durchfluss durch Hohlfaserbündel, die als semipermeable Membrane fungieren, in ihre Gaskomponenten zerlegt. Während Wasserdampf und Gase wie Sauerstoff schnell die Membranwand durchdringen, gelangt Stickstoff als Produktstrom durch die Faseröffnungen.

Durch den Generator lassen sich gesteigerte Produktivität, verringerte Betriebskosten und verbesserte Laborsicherheit erreichen. Ein N2-4000 Stickstoff-Generator

kann bis zu 8 PL-ELS-Detektoren mit Reinstickstoff versorgen. Er passt neben das analytische Gerät auf den Labortisch. Ist die Stellfläche begrenzt, kann er an der Wand aufgehängt werden.

Polymer Laboratories GmbH
64293 Darmstadt
Tel 06151 860690
Fax 06151 860670
www.polymerlabs.com



DNA-, RNA- und Proteinquantifizierung

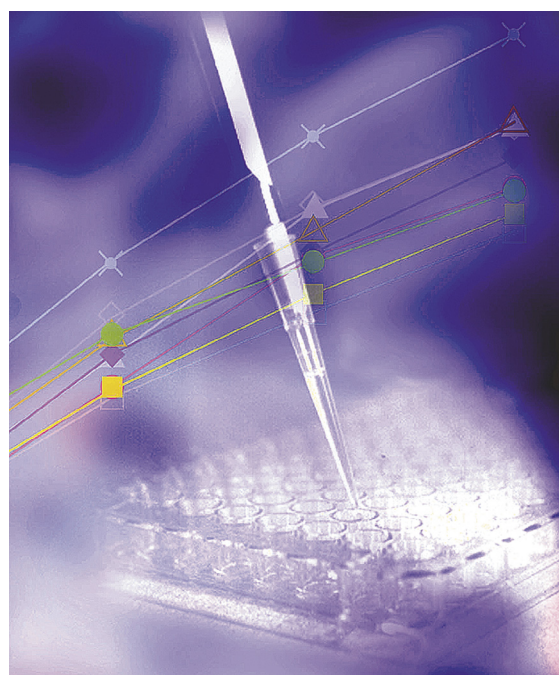
Die neuen Quant-iT Fluoreszenz-Assays von Molecular Probes sind die technisch ausgereiftesten Quantifizierungssysteme, die zurzeit für DNA-, RNA- und Proteinproben erhältlich sind. Sie sind um viele Größenordnungen empfindlicher als UV-Absorbanzmethoden, die derzeitige Methode der Wahl, und benötigen nur 1-20 Milliliter Probenflüssigkeit. Das Quant-iT RNA-Assay-Kit ist der erste homogene Assay, der jemals entwickelt wurde, um RNA in Gegenwart von DNA zu quantifizieren.

Gewährleistet wird die hohe Genauigkeit durch die Selektivität der Reagenzien gegenüber den Zielverbindungen und durch die Bereitstellung separater Kits zur Quantifizierung von DNA, RNA und Protein. Quant-iT-Assays weisen Variationen der Koeffizientenwerte von weniger als 5 Prozent auf. Viele häufig anzutreffenden Kontaminanzen, beispielsweise freie Nukleotide, Salze, Lösungsmittel, Proteine und andere Nukleinsäu-

ren, haben keinen Einfluss auf das Signal. Quant-iT-Assays sind einfach anzuwenden, die Probe wird zum verdünnten Farbstoff hinzugegeben und der Fluoreszenzwert abgelesen; alle mitgelieferten Reagenzien sind sofort gebrauchsfertig. Quant-iT DNA Assay Kit, High Sensitivity: ideal zur Quantifizierung von PCR-Produkten, viraler DNA, DNA-Fragmenten zum Subcloning und anderen Anwendungen, bei denen kleine DNA-Mengen zum Einsatz kommen.

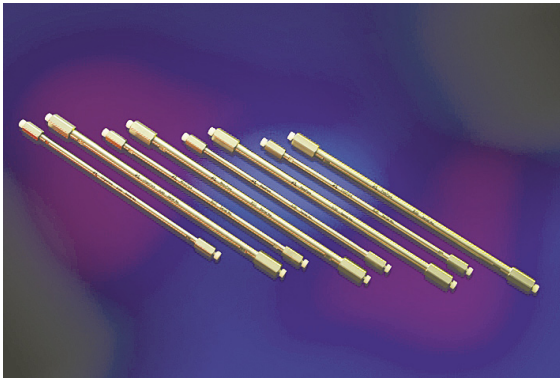
Quant-iT DNA Assay Kit, Broad Range: macht die Verdünnung konzentrierter Proben wie genomische DNA und Miniprep-DNA vor Prozeduren mit hohen Durchsatzmengen überflüssig. Quant-iT RNA Assay Kit: ideal zum Messen von Proben für Microarray-, RT-PCR-Northern-Blot-Analysen. Quant-iT Protein Assay Kit: dieser Protein-Assay auf Fluoreszenzbasis ist einfacher in der Durchführung und empfindlicher als Standard-Assays auf Absorbanzbasis.

Molecular Probes Europe BV
2333 AA Leiden, Niederlande
Tel +31 71 524 1894
Fax +31 71 534 1883
www.probes.com



Hochleistungssäulen für die Organische GPC

Polymer Laboratories hat eine Reihe von neuen Säulen für die hochauflösende organische GPC entwickelt, die PlusPore-Serie. Jede Säule wird nach einem neuartigen Polymerisations-Prozess gefertigt. Für hochauflösende Polymeranalytik verfügt die PlusPo-



re-Produktpalette über eine breite Porengrößen-Verteilung mit nahezu linearen Kalibrierkurven für einen großen Molekulargewichts-Bereich. Dadurch wurde das Porenvolumen im Vergleich zum regulären PS/DVB-Packungsmaterial gesteigert. Die Säulen zeigen ausgezeichnete chemische und physikalische Stabilität und gestatten den problemlosen Eluenten-Wechsel über den gesamten Bereich der organischen Lösungsmittel ohne große Veränderung im Verlauf der Kalibrierkurve oder in der Säulentrennleistung. Diese neue Technik beseitigt die Notwendigkeit, Säulen mit individuellen Porengrößen zu kombinieren. Als Ergebnis erhält man GPC-Chromatogramme mit hoher Genauigkeit und Präzision ohne

jegliche Artefakte im Verlauf der resultierenden Molekulargewichts-Verteilungen.

Die Serie umfasst PolyPore-Säulen für die Routine-Analytik allgemeiner Polymere, ResiPore-Säulen für die Analytik von Harzen und Kondensationspolymeren, MesoPore-Säulen für die Analytik von Vorpolymeren und Harze mit niedrigem MW und OligoPore-Säulen für die Analytik von oligomeren Proben.

Polymer Laboratories GmbH
64293 Darmstadt
Tel 06151 860690
Fax 06151 860670
www.polymerlabs.com

Optische Partikelanalyse im Video

Retsch Technology hat erstmalig Videos produziert, welche die Funktionsweise und Anwendungsbereiche des Korngrößenanalysators Camsizer und eines Autosampling-Systems anschaulich darstellen. Im Camsizer-Video werden dem Betrachter in kurzer und anschaulicher Weise alle wichtigen Details über den Aufbau, die Leistungsfähigkeit und die Anwendungsbereiche des Messsystems vorgestellt, mit dem alle frei rieselfähigen Schüttgüter im Korngrößenbereich 30 μm bis 30 mm hinsichtlich ihrer Korngröße und Kornform analysiert werden können.

Neben der Darstellung der Bedienung erklärt eine anschauliche Animation das Prinzip der digitalen Bildverarbeitung in der Partikelanalyse. Die Vorteile für den Anwender bezüglich Analysendauer und Informationsgehalt werden klar herausgestellt.

Ein weiteres Produktvideo zeigt die Verwendung des AutoSampler für höchste Effizienz in der Labo-automation. Der AutoSampler ermöglicht die vollautomatische Abarbeitung großer Probenmengen.

Über einen Barcode-Reader erfasst die Software für jede Probe die optimalen Messeinstellungen und führt diese selbständig nach. Eine integrierte Trichter-Höhenverstellung passt die Messapparatur dem jeweiligen Korngrößenbereich einzelner Proben an, so dass der AutoSampler universell einsetzbar ist.

Mit diesen Videos bietet Retsch Technology Interessenten auf der

ganzen Welt die einmalige Möglichkeit, sich bequem am Bildschirm von den Leistungsmerkmalen des Camsizer und des AutoSampler zu überzeugen. Das Video kann über die Homepage herunter geladen oder als CD-ROM bei Retsch Technology angefordert werden.

Retsch Technology GmbH
42781 Haan
Tel 0 21 29 55 61 155
Fax 0 21 29 55 61 87
www.retsch-technology.de



Neue Steuerungssoftware für Labor-Thermostate: mehr Stabilität und Sensitivität

Die Thermo Electron Corporation hat ihre umfangreiche Angebotspalette an Thermostate für den Laboreinsatz um die Serie HAAKE Phoenix II erweitert: Eine neuartige Steuerungssoftware sorgt in Verbindung mit robuster Hardware für erhöhte Temperaturstabilität und verbesserte Sensitivität für Temperaturänderungen. Die benutzerfreundlichen Thermostate der Phoenix II-Serie lassen sich in kürzester Zeit in einer von sechs Sprachen programmieren, wobei die Software trotz einfacher Handhabung extrem leistungsfähig ist. Mit Hilfe der Dreipunkt-Kalibrierfunktion kann eine hohe Genauigkeit über den gesamten Messbereich hinweg vom Benutzer sichergestellt werden. Die Möglichkeit, bis zu zehn verschiedene

Programme im Gerät zu speichern, beschleunigt die Umrüstung für andere Applikationen.

Geräte dieser Serie bieten eine Kühlleistung von bis zu 5000 Watt, eine Heizleistung von bis zu 6000 Watt sowie einen Temperaturbereich von -90 Grad Celsius bis +280 Grad Celsius. Sie sind daher für praktisch jede Laboranwendung geeignet, bei der Medien gekühlt oder erwärmt werden. Die Geräte sind überdies mit neuen, aus jedem Winkel ablesbaren Anzeigen ausgerüstet.



Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH
76227 Karlsruhe
Tel 0721 4094 277
fax 0721 4094 300
www.thermo.com

Prozessviskosimeter unter hygienischen Randbedingungen

Viskositätsmessung im Labor zur Qualitätskontrolle und -überwachung ist seit vielen Jahren auch online, das heißt im Kessel oder in der Rohrleitung, möglich.

Die Prozessviskosimeter Covimat C105 sind seit 1980 für ein langes Einsatzleben bekannt. Sie liefern ein Ausgangssignal von 4 - 20 mA, das mit der Viskosität des Produkts korreliert und das in der Prozesssteuerung direkt als Regelgröße verwendet werden kann.

Als Hersteller dieser Prozessviskosimeter haben wir nun die Anforderungen aus dem Bereich der kontinuierlichen Messtechnik unter hygienischen Randbedingungen umgesetzt. Online-Messungen sind jetzt auch entsprechend der Anforderungen des EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group) möglich.

Die neuen Messzellen zeigen in der Praxis in Verbindung mit der seit Jahren bekannten und erprob-

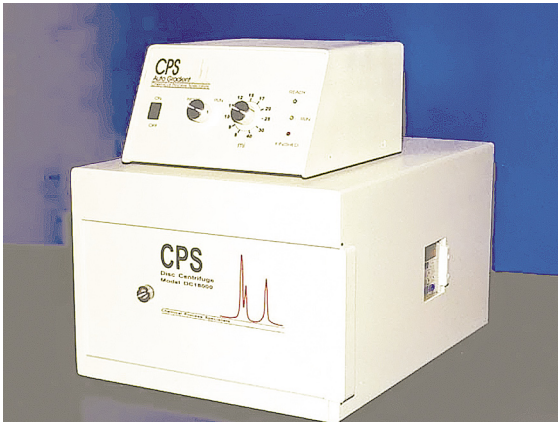
ten Elektronik gute und stabile Ergebnisse.

Nun sind also Viskositätsmessungen online sowohl im Explosionsgefährdeten- wie auch im Hygienebereich möglich.

proRheo GmbH
75382 Althengstett
Tel 7051 77176
Fax 7051 77187
www.proRheo.de



Scheibenzentrifuge zur Korngrößenbestimmung



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

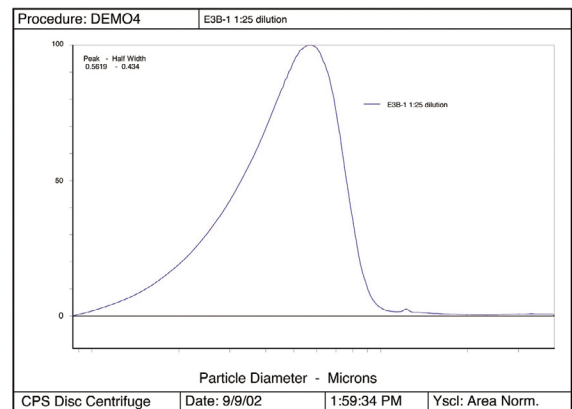
Typische Anwendungen sind die Korngrößenmessung an Pigmenten, Farb- und Leuchtstoffen, Viren, Zellen, Proteinen, Tonern, Füllstoffen, Polymeren und Schleifmitteln.

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

Die Standard PMMA Disc wird für wasserbasierende Messungen benutzt. Die einfache Reinigung steht hier im Vordergrund. Die Disc für Lösungsmittel erlaubt die Verwendung von DMF, DOP, Methanol, Ethanol, Toluol, MEK, MIBK, Methylchloroform und Xylen als Dispersionsmedium. Die Low Density Disc wird für die Größenanalyse von Partikeln eingesetzt, deren Dichte geringer als die der Trägerflüssigkeit ist. Die Speed Ramping Option für alle Discs hilft, die

Messzeit zu reduzieren und die Messbereichsdynamik zu erhöhen. So kann fast jedes Partikel genau in der Flüssigkeit vermessen werden, die auch in der Produktion oder im normalen Laborgebrauch eingesetzt wird. Natürlich können auch nicht lösemittelbasierende Proben in der lösemittelbeständigen Disc vermessen werden.

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



Spiegelreflexkamera für den Medizin- und Wissenschaftsbereich

Immer mehr Haut- und Zahnärzte, Schönheitschirurgen sowie Krankenhäuser, Universitäten und Forschungsinstitute produzieren ihre Vergleichs- und Beweisfotos digital. Die Spiegelreflexkamera Olympus E-1 eignet sich besonders durch ihren Bildsensor, das Zubehör und die Software für die oben

genannten Einsatzbereiche. Neben den schon verfügbaren Ring- und Zangenblitzsystemen ist für die Zukunft ein Adapter angekündigt, der es erlaubt, die Olympus E-1 mit einem Mikroskop zu verbinden. Der 5-Millionen-Pixel-4/3-Typ Sensor stellt sicher, dass sämtliche Details eines Bildes, die das Objektiv auf den Sensor projiziert, perfekt digitalisiert werden. Aber für die professionelle Bildqualität ist die Anzahl der Pixel nicht allein verantwortlich. Wesentlich ist, dass die Olympus E-1, im Gegensatz zu den meisten anderen Digitalkameras, mit einem Full Frame Transfer CCD (FFT CCD) Sensor bestückt ist. Dieser Typ wurde speziell für die Still-Fotografie entwickelt. Verglichen mit Interline Transfer CCDs, mit denen die meisten Digitalkameras arbeiten, besitzen die FFT-CCDs größere Pixelflächen mit

größeren Fotodioden und Übergangskanälen. Deshalb können mehr Bildinformationen aufgezeichnet und diese schneller weitergeleitet werden, was zu einem hohen Rauschabstand und noch größerem Dynamikumfang führt. Die Vorteile sind ein größerer Belichtungsspielraum sowie Aufnahmen mit hoher Detailgenauigkeit und weniger Farbrauschen. Seit kurzem sind für diese Kamera zwei verschiedene Makro-Blitzsysteme erhältlich. Das Ring- beziehungsweise Zangenblitzset wird jeweils mit einem Adapterring sowie einer Blitzsteuereinheit geliefert. Beide Sets gewährleisten eine optimale, schattenfreie Beleuchtung.



Olympus Europa GmbH
Tel 040 237 73 263
www.olympus-europa.com

Bezugsquellenverzeichnis

ANALYSEN

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

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

ARÄOMETER

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



ARBEITSSCHUTZARTIKEL

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



BSB-BESTIMMUNG

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

CHEMIKALIEN

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



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

DEUTERIUMLAMPEN

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



DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISierter PTFE-FOLIE

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

FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR

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

GEFRIERTROCKNER

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

GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN

CHRIST
Gefriertrocknungsanlagen

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



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

HOHLKATHODENLAMPEN

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



KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE

Hettich
ZENTRIFUGEN

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



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

LABORCHEMIKALIEN

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



LABOREINRICHTUNGEN

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

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

LABORHILFSMITTEL

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



LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

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

LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN

Hettich
ZENTRIFUGEN

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



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

KÜVETTEN

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



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

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

LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



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

LEITFÄHIGKEITSMESSUNG

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

MIKROSKOPE



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

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

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

OPTISCHE TAUCHSONDEN

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

PARTIKELANALYSE



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



TIEFTEMPERATURMESSUNG

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!

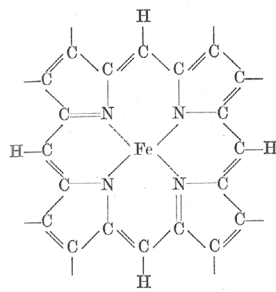
stoffatome durch CH-Gruppen zu ersetzen, genau so wie es bei den anderen Typen gelungen ist, die CH-Gruppe durch Stickstoffatome zu ersetzen. Dabei verschiebt sich beim Phthalocyanin die Farbtonung nach der grünen Seite, die Beständigkeit gegen oxydierende Mittel nimmt merklich zu.

2. Im „Herzen“ des Kupferphthalocyanin-Moleküls sitzt das Kupferatom. Die Kupferverbindung ist als Prototyp der Phthalocyanine wohl die schönste von allen Phthalocyaninen. Aber es bereitet dem Fachmann keine Schwierigkeiten, an Stelle von Kupfer andere Metalle in das Molekül einzubauen. Ebenso kann, genau wie beim Blut- und Pflanzenfarbstoff, das Metall aus dem Molekül herausgenommen werden. Aber auch bei diesen lassen sich andere Metalle einbauen, zum Beispiel das Kupfer. Ein derartiger roter Naturfarbstoff wurde in den Schwungfedern der afrikanischen Helmvögel (Turakos) gefunden und ist in der wissenschaftlichen Literatur als „Turaein“ bekannt.

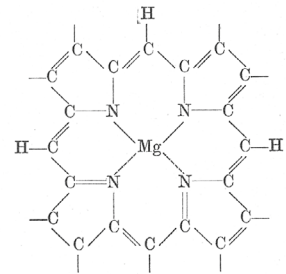
3. Die dritte Verschiedenheit bei den Phthalocyaninen ist die entscheidende. Während die an den Ecken der beiden Naturfarbstoffmoleküle ausstrahlenden „Valenzen“ durch aliphatische Reste abgesättigt sind, sind die gleichen Valenzen bei den Phthalocyaninen in „Sechser-Ringe“ eingepaßt, die durch unter sich verknüpfte CH-Glieder gebildet werden. Das Molekül ist gewissermaßen „aromatisiert“ worden, worunter wir das Einpassen der sonst mit aliphatischen Resten abgesättigten „Valenzen“ in diese „Sechser-Ringe“ (Benzolringe!) verstehen wollen. Hierin ist die einzige, äußerst bedeutsame Ursache für die so auffällige Beständigkeit gegen chemische Agentien und physikalische Einflüsse zu sehen, und weiterhin ist hierin im Zusammenwirken mit der Spezifität des eingebauten Metallatoms die Ursache für die Klarheit, Leuchtkraft, Farbstärke und Lichtechtheit des Phthalocyanins zu suchen. Und was nicht außer acht gelassen werden darf: die bestechend schöne Symmetrie des Phthalocyanin-Moleküls ist wesentlich für die hervorragenden Eigenschaften dieser Farbstoffgruppe.

Die Farbstoffe

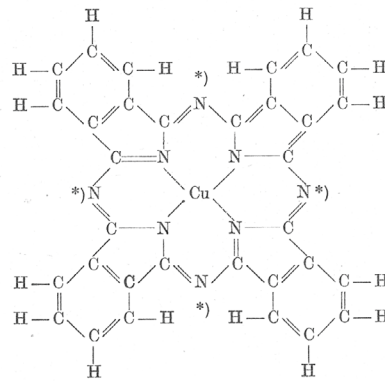
Die Phthalocyanin-Chemie ist ein Stück jener klassischen Chemie, wie wir sie in der Chemie der Naturfarbstoffe und in der Chemie der INDANTHREN-Farbstoffe finden. Seit den über 20 Jahren der Phthalocyanin-Forschung wurden in aller Welt bereits Tausende von Abwandlungsprodukten des Phthalocyanin-Moleküls hergestellt. Und wie das nun einmal in der Farbstoffchemie so ist: erst unter Tausenden von Ver-



Blutfarbstoffgerüst
(Häm: $C_{54}H_{72}O_4N_4Fe$) rot



Pflanzenfarbstoffgerüst
(Chlorophyllin a: $C_{54}H_{72}O_4N_4Mg$) grün



Kupfer-Phthalocyanin ($C_{48}H_{24}N_8Cu$) blau

bindungen findet man eine „Perle“. Die Zahl der in die coloristische Praxis eingegangenen Phthalocyanine ist daher auch — abgesehen von der anwendungstechnisch bedingten Ausgabe zahlreicher „Einstellungen“ und „Abwandlungen“ des chemisch gleichen Farbstoffindividuum — verhältnismäßig klein. Von den blauen Pigmenten seien genannt: „Heliogenblau B“ und „Heliogenblau G“^(*), entsprechend den englischen Marken „Monastral Fast Blue BS“ und „Monastral Fast Blue GS“.

Es sind dies zwei ungewöhnlich schöne, klare Pigmentfarbstoffe der Blaureihe, die vor allem für graphische Farben, für wertvolle Malerfarben, als Tapetenfarben, ferner in feinsten Verteilung als Spinnfarbstoffe für Kunstfasern, als Leder- und Lackfarben und andere Verwendung finden. Wie aus der Formel zu ersehen ist, befindet sich an der Peripherie des Phthalocyanin-Moleküls ein Kranz von Wasserstoffatomen.

Diese hat man Schritt für Schritt durch Halogenatome, vor allem durch Chlor- oder Bromatome, ersetzt. Mit fortschreitender Halogenbeladung verschiebt sich der ursprünglich blaue Farbton immer mehr nach Grün, werden die Wasserstoffatome völlig ersetzt, so erhält man sowohl vom metallfreien Phthalocyanin als auch vom Kupferphthalocyanin kräftig grüne, leuchtend klare Farbstoffe. Der kupferhaltige Farbstoff kommt mit 15 bis 16 Atomen Chlor beladen als „Heliogrün G“ und in England als „Monastral Fast Green GS“ in den Handel. Als einer unserer schönsten grünen Farbstoffe besitzt er hohe Lichtechtheit.

Behandelt man das Kupferphthalocyanin bei erhöhter Temperatur mit rauchender Schwefelsäure oder einem anderen geeigneten Sulfonierungsmittel, so kann man bis zu vier Sulfogruppen einführen und aus dem bisher wasserunlöslichen Pigmentfarbstoff sind nun wasserlösliche, wunderbar klare blaue Farbstoffe geworden. Als Textil-, Papier- oder Verlackungsfarbstoffe sind sie unter den Bezeichnungen

Lurantinlichttürkisblau GL — Lurantinlichttürkisblau FBL —
Heliogenblau SBP und Heliogenblau SBL

im Handel. Lurantinlichttürkisblau GL ging vor dem Krieg als Siriuslichttürkisblau GL zu vielen Tonnen nach Indien, wo es wegen seines überaus klaren, leuchtend blauen Farbtons und seiner hohen Lichtechtheit besonders zum Färben von Turbanticern verwendet wurde. Nicht zu vergessen sind die umgewandelten Kupferphthalocyanine, die durch

^{*)} Heliogenblau B = Kupferphthalocyanin; Heliogenblau G stellt das metallfreie Phthalocyanin dar, bei dem also an Stelle des Kupferatoms zwei Wasserstoffatome eingebaut sind.

die Eigenart ihrer chemischen Konstitution in Nitrolack und bestimmten organischen Lösungsmitteln löslich sind, zum Beispiel das „Zaponechtblau HFL“ beziehungsweise „Zaponechtblau FLE“. Lackaufgüsse von leuchtender Klarheit in Blau und Grün auf Kunstdruckpapier und Metallfolien finden vor allem in der Konfekturindustrie usw. Verwendung. Auch als Lederfarbstoffe sind gewisse Phthalocyanine von Bedeutung.

Neue Typen von Phthalocyaninfarbstoffen sind entwickelt worden, so das englische „Alcian Blue 8 GS“, ein leuchtend blauer Textil-Druckfarbstoff von hoher Echtheit, und im Laufe der letzten Jahre ein Vertreter der Indanthren-Reihe, ein Küpenfarbstoff, das „Indanthren-Brillantblau 4G“, der Farbenfabriken Bayer, Leverkusen, ein Kobaltphthalocyanin; nicht zuletzt seien genannt die Phthalogenbrillantfarbstoffe der gleichen Firma. All diesen Farbstoffen ist das Grundskelett des Phthalocyanin-Moleküls gemeinsam.

Es ist nicht der Zweck dieser Abhandlung, sich mit wissenschaftlichen Einzelheiten auseinanderzusetzen. Es darf aber darauf hingewiesen werden, daß eine ganze Anzahl außerordentlich interessanter und für die Technik sehr bedeutungsvoller Probleme bei den mit allen Mitteln der Wissenschaft durchgeführten Arbeiten erschlossen wurden und auch weiterhin bearbeitet werden.

Ausgehend von der Schweiz, in deren wissenschaftlicher Literatur diese Körperklasse ihren ersten Niederschlag fand, über England, als dem eigentlichen Erfinderland, und Deutschland, das gemeinsam mit England ganz wesentlich die wissenschaftliche und technische Bearbeitung der Phthalocyanine vorangetrieben hat, fanden diese außerordentlich wertvollen Farbstoffe — besonders nach Kriegsende — Eingang in alle Farbstoff herstellenden und verarbeitenden Länder der Welt. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen und die Patentliteratur sind unterdessen lawinenartig angewachsen. Und noch sind die Arbeiten nicht abgeschlossen. Den Übergang nach der Pflanzenfarbstoffreihe hat man nuancen- und echtheitsmäßig in wesentlich verbesserter Form durch Halogenierung der Grundkörper gefunden. Nach der roten Blutfarbstoffreihe klafft allerdings nach wie vor eine Lücke. Ob sie je im Sinne der Farbstoffchemiker geschlossen werden kann? Denn nicht nur die Nuance macht einen Farbstoff aus, sondern mit der Nuance seine Brillanz, seine Ausgiebigkeit und seine Echtheit. An Versuchen hat es nicht gefehlt, den Weg zu den reinen Porphinen zu gehen. Befriedigt haben diese Versuche bis jetzt noch nicht.

InCom 2005

S Y M P O S I U M & E X P O S I T I O N

International Symposium on
Instrumentalized Analytical Chemistry and
Computer Technology

29. bis 31. März 2005

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Call for Papers/Topics

Liebe Leserinnen und Leser,

die **CLB** ist Partnerzeitschrift der InCom 2005. Beiträge des Symposiums können so auch Aufnahme in der CLB finden. Ich würde mich freuen – zusammen mit Prof. Dr. Karl Kleinermanns, Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf – wenn Sie sich mit neueren Ergebnissen aus Ihrem Arbeitsgebiet beteiligen. Bitte senden Sie doch Vorschläge an InCom@uni-duesseldorf.de oder redaktion@clb.de.
Einsendeschluss für Vorträge ist der **30. November 2004**.
Weitere Informationen finden Sie auf www.InCom-Symposium.de.

Ihr

